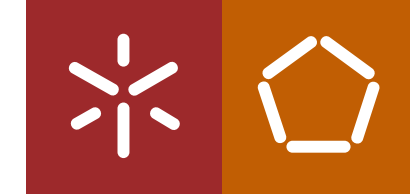




Oriana Patrícia Ferreira Carneiro

Organização da Produção através da  
aplicação de Ferramentas Lean numa  
Empresa de Mobiliário

Universidade do Minho  
Escola de Engenharia







Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Oriana Patrícia Ferreira Carneiro

## Organização da Produção através da aplicação de Ferramentas Lean numa Empresa de Mobiliário

Dissertação de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial  
Área de Especialização: Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa

## AGRADECIMENTOS

Uma dissertação de mestrado embora seja um trabalho de carácter individual, devido à sua finalidade, não poderia ser realizada sem o contributo e apoio de inúmeras pessoas. Assim, gostaria de expressar algumas palavras de apreço em sinal de agradecimento, nomeadamente:

Ao Engenheiro Mário Silva, pela oportunidade que me concedeu em realizar este projeto de estágio na empresa AM Móveis.

Ao Engenheiro Carlos Vales, orientador na empresa, pela forma como auxiliou a minha integração e consentiu o acesso a todas as informações necessárias. A ele, agradeço ainda, todo o apoio e acompanhamento concedido ao longo do projeto, mas sobretudo os ensinamentos prestados, que me permitiram retirar conhecimentos importantes para o meu futuro.

Ao Doutor Rui Sousa, pelo apoio e competência com que orientou a dissertação, partilhando o seu conhecimento e fornecendo críticas construtivas, cujo contributo se reflete em todas as partes deste trabalho.

A todos os funcionários da AM Móveis envolvidos no projeto, pela participação ativa e contribuições prestadas que se revelaram importantes para o desenvolvimento de todo o projeto.

A todos os colegas de trabalho, pela forma como me receberam e pelo excelente ambiente de trabalho que proporcionaram.

Por fim, à minha família e amigos, pelo constante apoio, paciência, compreensão e incentivo demonstrado ao longo de todo o projeto.

A todos eles, o meu muito OBRIGADO!

# RESUMO

A globalização dos mercados económicos trouxe para as empresas clientes muito exigentes, que impõem prazos de entrega cada vez mais apertados e, ao mesmo tempo, exigem elevados níveis de qualidade e variedade de produtos. Assim, as organizações sentem a necessidade de adotarem estratégias que sejam capazes de assegurar a sua sustentabilidade e competitividade.

Um paradigma que possibilita desencadear tal transformação nas indústrias é o *Lean Production*. Este tem como objetivo a redução de custos através da eliminação de desperdícios, ou seja, de tudo o que não acrescente valor. Para tal, o *Lean Production* apoia-se em diversas ferramentas e técnicas, que atualmente são aplicadas nos mais variados sectores industriais, nomeadamente o sector mobiliário. As indústrias deste sector apresentam inúmeros problemas organizativos, quer a nível de gestão como de produção, e necessitam de se adaptar rapidamente à atual realidade dos mercados. Face a este panorama, a presente dissertação propõe a aplicação de ferramentas *Lean Production* numa empresa do sector de mobiliário, com o objectivo de melhorar a organização do seu processo produtivo.

Neste documento, descreve-se e analisa-se a empresa onde decorreu o projeto, identificando os diferentes tipos de desperdícios que ocorrem em cada uma das secções produtivas. Importa referir que, entre outras formas de diagnóstico, foi utilizada uma nova ferramenta: o *Waste Identification Diagram* (WID) que, tal como o nome indica, está vocacionado para a identificação de desperdícios num sistema produtivo. Posteriormente, de modo a fazer face aos problemas/desperdícios identificados, foram elaboradas propostas de melhoria com base em ferramentas do *Lean Production* como o SMED (*Single Minute Exchange of Die*), a metodologia 5S, *Standard Work* e ainda estudo de *layouts*. Algumas das propostas foram implementadas ainda durante o período de permanência na empresa e outras serão implementadas posteriormente. Os resultados das implementações realizadas são apresentados e mostram a eliminação, ou pelo menos a redução, de muitos dos desperdícios identificados. Deste modo, foi possível reduzir custos, libertar espaços e rentabilizar o trabalho, contribuindo assim para aumentar o desempenho da empresa analisada.

**Palavras-chave:** *Lean Production*, Desperdícios, SMED, *Standard Work*, 5S, *Layout*, WID, Mobiliário.

# ABSTRACT

The globalization of economic markets has brought to companies demanding customers, which impose increasingly tight deadlines and, at the same time, require high levels of quality and variety of products. Thus, organizations feel the need to adopt strategies that are able to ensure its sustainability and competitiveness.

One paradigm that allows initiate such a transformation in the industry is Lean Production. This aims to reduce costs by eliminating waste, in other words, everything that does not add value. For that, the Lean Production relies on several tools and techniques that are currently applied in many industrial sectors, including the furniture industry. The industries of this sector have several organizational problems, both at management and production levels, and need to adapt quickly to current market realities. Against this background, this dissertation suggests the application of Lean Production tools in a company of the furniture sector, with the aim of improving the organization of their production processes.

This paper describes and analyzes the company where the project took place, identifying the different types of wastes that occur in each of the productive sections. It should be noted that, among other forms of diagnosis, was used a new tool: the Waste Identification Diagram (WID) that, as the name implies is geared to identifying wastes in a production system. Later, in order to address the identified problems/wastes, were developed improvement proposals based on Lean Production tools such as SMED (Single Minute Exchange of Die), 5S methodology, Standard Work and the study of layouts. Some of the proposals have been implemented during the period of permanence in the company and others will be implemented later. The results of the implementations performed are presented and they show the elimination, or at least the reduction, of many of the identified wastes. Thereby, it was possible to reduce costs, release spaces and optimize the work, contributing thus to increase the performance of the analyzed company.

**Keywords:** Lean Production, Wastes, SMED, Standard Work, 5S, Layout, WID, Furniture.

# ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Índice de Figuras .....	ix
Índice de Tabelas.....	xi
Lista de Siglas e Acrónimos .....	xii
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.3 Metodologia de Investigação .....	2
1.4 Estrutura do Relatório .....	3
2 Enquadramento Teórico.....	5
2.1 O Pensamento Lean e a sua Origem .....	5
2.2 Os Pilares do Toyota Production System.....	7
2.2.1 Just in Time .....	8
2.2.2 Jidoka (Autonomation).....	8
2.3 Tipos de Desperdícios.....	9
2.4 Kaizen .....	12
2.5 Ferramentas do Paradigma Lean Production .....	14
2.5.1 Metodologia 5S.....	14
2.5.2 Single Minute Exchange of Die.....	16
2.5.3 Standard Work .....	17
2.5.4 Value Stream Mapping .....	19
2.5.5 Células de Produção .....	22
2.6 Diagrama de Identificação de Desperdícios .....	23
3 Caracterização da Empresa .....	27
3.1 Identificação .....	27
3.2 Evolução Histórica .....	27
3.3 Produtos.....	28
3.4 Destino dos Produtos.....	29
3.5 Missão e Visão.....	29
3.6 Estrutura Organizacional .....	29
4 Análise da Situação Actual .....	31
4.1 Planeamento da Produção .....	31
4.2 Classificação do Sistema Produtivo .....	33
4.3 Descrição Geral do Fluxo Produtivo .....	34
4.4 Caracterização do Estado Actual .....	36
4.4.1 Armazém de Madeiras .....	36
4.4.2 Secção de Corte.....	39

4.4.3	Secção de Maquinagem .....	45
4.4.4	Secção de Marcenaria.....	51
4.4.5	Montagem Final .....	54
4.5	Síntese de Problemas Detetados.....	56
5	Propostas de Melhoria .....	59
5.1	Armazém de Madeiras.....	59
5.2	Secção de Corte .....	62
5.2.1	Reestruturação do Layout.....	63
5.2.2	Análise SMED da Molduradora .....	65
5.3	Secção de Maquinagem.....	68
5.3.1	Análise SMED das CNCs .....	68
5.3.2	Melhoria do Processo de Limpeza das CNCs .....	79
5.3.3	Organização.....	82
5.3.4	Uniformização das Medidas dos Componentes .....	83
5.3.5	Reestruturação do Layout.....	85
5.4	Secção de Marcenaria .....	88
5.4.1	Organização da Casa da Ferragem .....	88
5.4.2	Racionalização das Deslocações dos Marceneiros.....	90
5.5	Secção de Montagem Final .....	91
6	Implementação e Análise de Resultados .....	93
6.1	Melhoria do Processo de Limpeza da Máquina CNC .....	93
6.2	Análise SMED.....	96
6.2.1	Molduradora .....	96
6.2.2	CNC .....	97
6.3	Organização .....	107
6.3.1	Armazém de Madeiras .....	107
6.3.2	Secção de Maquinagem .....	110
6.3.3	Secção de Marcenaria.....	113
6.3.4	Secção de Montagem Final .....	118
6.4	Reestruturação do Layout .....	119
6.4.1	Secção de Corte.....	120
6.4.2	Secção de Maquinagem .....	127
6.4.3	Secção de Marcenaria.....	129
6.5	Uniformização de Medidas.....	130
6.6	Síntese de Resultados.....	132
7	Conclusão .....	137
7.1	Considerações Gerais .....	137
7.2	Trabalho Futuro .....	138
	Bibliografia .....	141
	Anexos .....	I
	Anexo A – Simbologia Utilizada na Construção do VSM.....	III
	Anexo B – Organigrama da Empresa.....	IV
	Anexo C – Vestuário de Trabalho.....	V



Anexo D – Documentos Emitidos para a Produção .....	VII
Anexo E – Layout da Empresa.....	XI
Anexo F – Espessuras das Diferentes Madeira.....	XII
Anexo G – Análise ABC Para os Tipos de Madeira .....	XIII
Anexo H – Análise dos Fluxos Produtivos – Secção de Corte.....	XV
Anexo I – Layout Proposto Para a Secção de Corte.....	XVII
Anexo J – Operações de Preparação da Molduradora .....	XVIII
Anexo K – Operações de Preparação da CNC-MQ-01.....	XX
Anexo L – Síntese dos Problemas e Melhorias Para CNC.....	XXII
Anexo M – Método de Limpeza Atual.....	XXIII
Anexo N – Análise ABC Para os Produtos .....	XXIV
Anexo O – Análise dos Fluxos Produtivos – Secção de Maquinagem .....	XXVI
Anexo P – Layout Proposto Para a Secção de Maquinagem .....	XXIX
Anexo Q – Análise de Espaço na Marcenaria .....	XXX
Anexo R – Procedimentos Para as máquinas CNC.....	XXXII
Anexo S – Índice de Produtividade da Secção de CNC.....	XXXVII
Anexo T – Waste Identification Diagram.....	XXXIX

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Casa do Toyota Production System (adaptado de Liker, 2004) .....	7
Figura 2 – Os sete tipos de desperdícios (adaptado de Melton, 2005) .....	10
Figura 3 – Ciclo PDCA (Rother, 2009) .....	14
Figura 4 – Três componentes do Standard Work (adaptado Team, 1998) .....	18
Figura 5 – Exemplo de um Value Stream Mapping (Womack & Jones, 2003a) .....	20
Figura 6 – Block Icon (Sá, 2010) .....	25
Figura 7 – Transportation Arrow (Sá et al, 2011) .....	25
Figura 8 – Exemplo de produtos fabricados na AM Móveis (AM MÓVEIS, 2011) .....	28
Figura 9 – Representação do fluxo produtivo geral.....	35
Figura 10 – Forma de arrumação das paletes de madeira .....	38
Figura 11 – Fluxo produtivo dentro da secção de Corte .....	40
Figura 12 – Carros de transporte no Traçador Horizontal.....	42
Figura 13 – Carros de transporte junto à Esquadrejadora .....	42
Figura 14 – Carros de transporte junto à Multi Serra .....	43
Figura 15 – Área de trabalho do Traçador Horizontal.....	44
Figura 16 – Vista parcial da secção de Maquinagem .....	46
Figura 17 – Montagem genérica de um móvel.....	47
Figura 18 – WIP à entrada da secção de Maquinagem .....	48
Figura 19 – Local de armazenamento das ferragens decorativas .....	56
Figura 20 – Parede divisória dentro do Armazém de Madeiras.....	60
Figura 21 – Implementação proposta para o Armazém de Madeiras.....	62
Figura 22 – Esquema de funcionamento da Molduradora (adaptado de WEINIG, 2010)...	65
Figura 23 – Molduradora após o setup.....	67
Figura 24 – CNC-MQ-01 .....	69
Figura 25 – Ventosas usadas na CNC-MQ-01 .....	70
Figura 26 – Tempos de preparação para a CNC-MQ-01.....	71
Figura 27 – Tempos de preparação para o mesmo conjunto de operações na CNC .....	72
Figura 28 – Pinos que impedem a passagem do ar.....	76
Figura 29 – Rede de Separação entre a máquina CNC e o Armário das Fresas.....	77
Figura 30 – Vista dos diferentes cabos da máquina CNC-MQ-01 .....	81
Figura 31 – Vista parcial do armazenamento dos moldes .....	83
Figura 32 – Interior da casa da ferragem 2 .....	88
Figura 33 – Proposta de etiquetas para as ferragens funcionais .....	89
Figura 34 – Proposta para o armário das ferragens decorativas.....	91
Figura 35 – Cabos antes de serem arrumados .....	93
Figura 36 – Alterações na área de trabalho da CNC-MQ-01 .....	94
Figura 37 – Painel de ferramentas da Molduradora .....	97
Figura 38 – Cenário antes da implementação dos 5S na CNC-MQ-01 .....	99
Figura 39 – Cenário após a implementação dos 5S na CNC-MQ-01 .....	100

Figura 40 – Alterações propostas após análise SMED.....	102
Figura 41 – Ferramenta usada para a remoção dos “pinos” azuis .....	102
Figura 42 – Novos tempos de preparação da CNC-MQ-01 .....	103
Figura 43 – Comparação entre os tempos de preparação.....	106
Figura 44 – Etiquetas usadas na identificação da madeira.....	108
Figura 45 – Resultados da organização do Armazém de Madeiras .....	109
Figura 46 – Armário de ferramentas .....	111
Figura 47 – Atual organização do conteúdo do armário de ferramentas .....	112
Figura 48 – Localização geográfica dos armazéns de ferragem.....	114
Figura 49 – Ferragens funcionais obsoletas.....	116
Figura 50 – Armazém de ferragem após aplicação da metodologia 5S.....	117
Figura 51 – Redução da área ocupada pelos carros com madeira de aproveitamento ..	122
Figura 52 – Simbologia Usada na Construção do VSM (Womak; Jones, 2003a) .....	III
Figura 53 – Estrutura organizacional da empresa (AM MÓVEIS, 2010) .....	IV
Figura 54 – Código de cores usado na empresa.....	V
Figura 55 – Vestuário de trabalho utilizado.....	VI
Figura 56 – Ordem de Produção para a secção de Corte.....	VII
Figura 57 – Ordem de Produção para a secção de Aglomerado .....	VIII
Figura 58 – Ordem de Produção para a subsecção de Paineis .....	IX
Figura 59 – Ficha de Acompanhamento do componente para a Maquinagem.....	X
Figura 60 – Desenho Técnico da cómoda Mayflower .....	X
Figura 61 – Layout da empresa AM Móveis .....	XI
Figura 62 – Diagrama Spaguetti para a secção de Corte .....	XV
Figura 63 – Layout proposto para a secção de Corte .....	XVII
Figura 64 – Diagrama de Spaguetti para a secção de Maquinagem .....	XXVII
Figura 65 – Layout proposto para a secção de Maquinagem .....	XXIX
Figura 66 – Análise de espaço para a secção de Marcenaria .....	XXX
Figura 67 – Proposta de alteração de layout da secção de Marcenaria .....	XXXI
Figura 68 – Índice de produtividade da secção CNC.....	XXXVII
Figura 69 – Modelação do fluxo produtivo do soco da linha Versus .....	XXXIX

# ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Síntese dos problemas detetados.....	57
Tabela 2 – Principais madeiras segundo a classificação ABC.....	61
Tabela 3 – Total das distâncias percorridas por cada processo de corte .....	63
Tabela 4 – Sequência operatória proposta para a Molduradora.....	68
Tabela 5 – Operações de setup realizadas com maior frequência na CNC-MQ-01 .....	72
Tabela 6 – Operações internas para componentes com comprimentos elevados.....	77
Tabela 7 – Excerto da pesquisa das larguras para as ilhargas de gaveta .....	85
Tabela 8 – Comparação entre o atual e o novo processo produtivo das gavetas .....	87
Tabela 9 – Distâncias percorridas pelos componentes na secção de Maquinagem .....	87
Tabela 10 – Operações atualmente efetuadas.....	104
Tabela 11 – Tempos de deslocação do operador do Traçador Horizontal .....	109
Tabela 12 – Análise do tempo médio despendido no Traçador Horizontal .....	110
Tabela 13 – Distâncias percorridas entre as diferentes casas de ferragem .....	114
Tabela 14 – Distâncias percorridas antes e depois da alteração de layout do Corte.....	120
Tabela 15 – Principais produtos produzidos na AM Móveis .....	123
Tabela 16 – Distâncias percorridas para realizar a Marcação .....	125
Tabela 17 – Distância percorrida pelas gavetas nos dois processos produtivos .....	127
Tabela 18 – Comparação das distâncias percorridas para a secção de Maquinagem ...	128
Tabela 19 – Espaço adquirido com a alteração de layout da Maquinagem .....	129
Tabela 20 – Atuais espessuras para os tampos.....	130
Tabela 21 – Resultado da uniformização das medidas para as ilhargas de gaveta.....	131
Tabela 22 – Síntese de resultados para a metodologia 5S e reestruturação do layout ..	134
Tabela 23 – Síntese de resultados para a secção de Marcenaria .....	135
Tabela 24 – Espessuras para cada tipo de madeira.....	XII
Tabela 25 – Resultados da análise ABC para o tipo de madeira.....	XIII
Tabela 26 – Equipamentos da secção de Corte e respetiva função .....	XVI
Tabela 27 – Operações de preparação da Molduradora.....	XVIII
Tabela 28 – Lista das possíveis operações realizadas na CNC-MQ-01 .....	XX
Tabela 29 – Síntese dos problemas e melhorias para as máquinas CNC .....	XXII
Tabela 30 – Resultados da análise ABC por linha de produto .....	XXIV
Tabela 31 – Fluxos produtivos dos vários componentes na secção de Maquinagem .....	XXVI
Tabela 32 – Equipamentos da secção de Maquinagem e respetiva função.....	XXVIII
Tabela 33 – Procedimento de limpeza proposto .....	XXXII
Tabela 34 – Procedimento para o chefe de secção de CNC.....	XXXV
Tabela 35 – Procedimento de trabalho para os operadores das máquinas CNC .....	XXXVI

## LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

ABC – *Activity Based Costing*;

AF – Armando & Filhos, Lda.;

AFS – Armando Ferreira da Silva & Filhos;

CNC – *Computer Numerical Control*;

CT – *Cycle Time*;

JIT – *Just in Time*;

MDF – *Medium Density Fiberboard*;

PDCA – *Plan, Do, Check and Act*;

SGS – Sociedade Geral de Superintendência;

SMED – *Single-Minute Exchange of Die*;

TPS – *Toyota Production System*;

TT – *Takt Time*;

VSM – *Value Stream Mapping*;

WID – *Waste Identification Diagram*;

WIP – *Work in Process*;



# 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é elaborado o enquadramento do tema da dissertação, sendo ainda mencionados os objetivos e a metodologia aplicada. Por fim, apresenta-se a forma como este documento está organizado, através de um breve resumo de cada capítulo.

## 1.1 ENQUADRAMENTO

Ao longo das últimas décadas, o sector empresarial tem vindo a sofrer profundas mudanças. O tempo em que eram as empresas a impor os preços dos seus produtos e serviços, e onde este era o único fator de decisão, já quase não existe. Atualmente, para além de serem os mercados a ditar os preços, estes impõem prazos de entrega cada vez mais apertados, exigindo ainda elevados níveis de qualidade e variedade para os produtos. Tais exigências resultaram da globalização dos mercados económicos que permitiram aumentar a oferta e a massificar o consumo.

Perante mercados tão exigentes e competitivos, as organizações vêem-se obrigadas a adotar estratégias de mudança, que sejam capazes de assegurar a sua sustentabilidade. Uma das filosofias que possibilita desencadear tal transformação nas indústrias é o *Lean Production*. Este tem como objetivo a eliminação de desperdícios ao longo de toda a cadeia de valor. A sua aplicação permite que as empresas reduzam os seus custos, melhorem a qualidade dos seus produtos e serviços, otimizem o trabalho e os recursos, tornando-as assim em organizações mais eficientes e eficazes.

Embora o avanço das ferramentas e técnicas *Lean* tenha impulsionado a competitividade na indústria automóvel, os seus princípios têm vindo a ser aplicados em muitos outros sectores produtivos, nomeadamente no sector de mobiliário. Este caracteriza-se pela forte presença de empresas de carácter familiar e de reduzida dimensão, onde os processos tecnológicos são ainda pouco desenvolvidos e muito dependentes da mão-de-obra. Em muitos casos, os recursos existentes não são devidamente aproveitados, bem como os sistemas informáticos de apoio à decisão. As indústrias de mobiliário apresentam ainda graves problemas organizativos, quer a nível da produção como de gestão. Contudo, o principal obstáculo reside na procura de produtos cada vez mais personalizados e na mudança das preferências por parte dos consumidores,

implicando uma maior flexibilidade do sistema produtivo destas empresas (Medeiros et al, 2008; Escola de Gestão do Porto [EGP], 2007).

Assim, é neste contexto que surge este projeto, visto que as indústrias deste sector apresentam uma boa oportunidade para serem aplicadas filosofias capazes de oferecer melhorias quer a nível de organização, como no sistema produtivo e ainda na área da gestão.

## 1.2 OBJETIVOS

O presente relatório tem como principal objetivo, a apresentação de propostas que visem melhorar a organização do processo produtivo de uma empresa do sector de mobiliário, recorrendo às diversas ferramentas do *Lean Production*. Para tal, será necessário efetuar uma análise e diagnóstico do estado atual do sistema produtivo da empresa.

Neste trabalho, pretende-se ainda implementar algumas das propostas apresentadas, bem como analisar os seus resultados, e ainda demonstrar os possíveis ganhos com as medidas sugeridas mas que não puderem ser aplicadas.

## 1.3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Cada projeto de investigação pode encontrar-se inserido em vários contextos e apresentar objetivos bastantes divergentes. Por exemplo, para um projeto desenvolvido no seio de uma organização, este pode ter como finalidade compreender e explicar um determinado problema, e posteriormente sugerir a aplicação de medidas que se preveem ser as mais adequadas para a sua resolução. Por outro lado, podem existir outros projetos que apenas exploram diferentes formas para uma organização efetuar uma determinada operação (Saunders et al, 2007). Deste modo, torna-se importante escolher a metodologia de investigação mais apropriada para responder, da melhor forma possível, aos objetivos do projeto.

Face ao projeto de dissertação que foi proposto, o método de investigação que surge como o mais adequado é a Investigação-Ação (*Action Research*), uma vez que possibilita analisar situações reais e concretas, apresentando possíveis soluções. Esta abordagem, por permitir ser realizada em contextos reais, proporciona uma participação ativa da comunidade estudada, fornecendo-lhes meios que possibilitam a implementação de medidas para solucionar problemas específicos (Curry, 2005). Isto significa, que os colaboradores da organização cooperaram com o



investigador durante todas as fases do projeto, ou seja, desde da análise até à obtenção dos resultados.

A aplicação de qualquer método científico requer a utilização de determinados procedimentos. No caso da Investigação-Ação, Susmum (1983) propõe que a sua aplicação decorra ao longo de um ciclo composto por cinco fases distintas. Na primeira etapa, identifica-se ou define-se o problema e recolhem-se dados para elaborar uma análise mais detalhada. De seguida, são propostas várias soluções possíveis para o problema, sendo na terceira fase selecionada uma delas originando depois um plano de ação. O próximo passo consiste na implementação do plano de ação escolhido. Por fim, os resultados são analisados e verifica-se o possível sucesso da ação. Mediante os resultados obtidos, recomeça-se novamente o ciclo até que o problema seja completamente solucionado (O'Brien, 1998).

Em suma, a Investigação-Ação é um método iterativo, que concilia a teoria com prática, e quando aplicado dentro de uma organização, proporciona o envolvimento e cooperação dos seus colaboradores.

## 1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Os conteúdos abordados nesta dissertação desenrolam-se ao longo de sete capítulos distintos.

No primeiro capítulo é efetuada uma introdução, onde se faz o enquadramento do projeto, apresenta-se a metodologia aplicada, identificam-se os objetivos e descreve-se a estrutura do trabalho.

O capítulo seguinte é destinado à apresentação do pensamento *Lean*, bem como os principais conceitos e ferramentas a ele associados, e que serviram de base para a realização deste projeto. Neste, expõe-se ainda uma nova ferramenta que obedece aos princípios da filosofia *Lean Production*, uma vez que permite identificar desperdícios num sistema produtivo.

No capítulo três apresenta-se a empresa onde foi desenvolvido o trabalho.

No quarto capítulo, descreve-se sucintamente o atual sistema produtivo da empresa, abordando, de forma mais profunda, as diferentes secções onde decorreu o projeto. Neste capítulo é ainda elaborada uma análise às secções em estudo, efetuando assim um levantamento dos principais problemas aí encontrados.



Mediante os problemas descritos no capítulo anterior e com base nas ferramentas abordadas no capítulo dois, foram elaboradas algumas propostas de melhoria. Essas podem ser consultadas no capítulo cinco.

No sexto capítulo, analisa-se os resultados das medidas que foram implementadas por parte da empresa, bem como os benefícios que poderão ser alcançados pelas propostas que não foram aplicadas.

No último capítulo, são apresentadas as conclusões que foram retiradas após a realização deste projeto, elaborando também algumas sugestões de trabalho futuro.



## 2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O presente capítulo pretende rever e sistematizar os conceitos associados à filosofia *Lean Production* e que são a base teórica desta dissertação. Deste modo, apresenta-se a origem do pensamento *Lean*, os princípios e metodologias onde esta filosofia se apoia, bem como algumas das suas ferramentas.

Por fim, apresenta-se um novo tipo de diagrama para a identificação de desperdícios, o *Waste Identification Diagram* (WID). Embora o WID não esteja diretamente incorporado no *Lean*, o seu conceito vai de encontro aos princípios que esta filosofia defende.

### 2.1 O PENSAMENTO LEAN E A SUA ORIGEM

Desde muito cedo, a indústria automóvel assumiu um importante papel no panorama mundial, quer pelo seu impacto na economia como nas inovações tecnológicas e conceitos de produção que foi introduzindo ao longo da história.

A primeira grande mudança ocorreu depois da primeira guerra mundial, onde Henry Ford revolucionara a forma de produzir automóveis, substituindo a produção artesanal usada na época pelo conceito que ficou conhecido como *mass production* ou produção em massa. Esta nova forma de produção consistia numa linha de montagem contínua, onde os produtos se moviam ao longo da mesma, permitindo fabricar automóveis de um modo mais rápido com um custo reduzido (Womack et al, 1990).

Enquanto a produção em massa crescia nos Estados Unidos, a recente empresa Japonesa Toyota Motor Corporation, dedicada à produção de camiões, não estava a alcançar o sucesso desejado. Os seus produtos apresentavam uma baixa qualidade e eram fabricados com tecnologias rudimentares. De modo a combater esses problemas, em 1930, os líderes da Toyota decidiram visitar as fábricas da Ford e General Motors com o objetivo de estudar o seu sistema produtivo. Porém, a Toyota percebeu que o mercado Japonês era demasiado pequeno e fragmentado para suportar as enormes quantidades resultantes da produção em massa (Liker, 2004). A Toyota sabia assim, que teria de adaptar o sistema de produção em massa para a realidade Japonesa. Mais tarde, essa linha de pensamento seria a responsável por introduzir uma nova mudança na forma de produção no sector automóvel.

A tão desejada alteração emergiu com o fim da segunda guerra mundial. O Japão perderá a guerra, tendo o país ficado completamente devastado pelas duas bombas atômicas. Como consequência, uma grande parte das indústrias fora igualmente destruída, os consumidores apresentavam um baixo poder de compra e a plataforma de abastecimentos era nula. A Toyota via-se assim com poucos recursos, pouco dinheiro e precisava de competir com os grandes produtores mundiais (Liker, 2004; Ohno, 1997). Perante este cenário, em 1950, Eijii Toyoda, deslocou-se aos Estados Unidos para estudar o modelo de produção Americano. Ele verificou que este não tinha evoluído muito desde a década de 30 e que apresentava uma série de falhas (Holweg, 2006). Com base nas lacunas encontradas, os Japoneses viram uma oportunidade para aprender e adaptar o sistema de produção em massa ao mercado Japonês.

Quando regressou ao Japão, Eijii Toyoda atribui a Taiichi Ohno (diretor da empresa) a tarefa de igualar a produtividade da Toyota à Ford. Ohno, dotado com os ensinamentos americanos e com profundo conhecimento da empresa, deu início ao desenvolvimento de um novo sistema de produção – o *Toyota Production System* (TPS) (Liker, 2004).

O TPS é uma forma de produção que combina as vantagens da produção em massa com a artesanal, afastando assim a forte rigidez da primeira e o elevado custo da segunda. Para tal, recorre a colaboradores qualificados em todos os níveis da organização, a máquinas muito flexíveis e automatizadas, com o objetivo de produzir uma grande variedade de produtos. O TPS permite diminuir a área utilizada para a produção e o esforço dos colaboradores, reduzir a quantidade de inventário e de defeitos, bem como o investimento em novos equipamentos, conseguindo ainda produzir novos produtos em metade do tempo (Womack et al, 1990).

Durante vários anos, Ohno e a sua equipa aperfeiçoaram as várias técnicas e ferramentas que haviam sido incorporadas no TPS. O sucesso deste sistema rapidamente se alastrou por todo Japão e consequentemente ao resto do mundo. Atualmente, com as indústrias a procurarem constantemente novas soluções e técnicas de produção, o TPS evoluiu e é hoje conhecido como pensamento *Lean*.

*Lean* é então uma filosofia de produção, que tem como principal objetivo a redução dos custos através da eliminação dos desperdícios. O seu aparecimento veio combater os processos de produção ineficazes e a insatisfação dos clientes, que ocorriam na convencional produção em massa usada por Ford (Womack et al, 1990; Holweg, 2006).



## 2.2 OS PILARES DO TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

Ao longo de algumas décadas, a Toyota aplicou e introduziu melhorias no TPS que conduziram a empresa ao sucesso. Os seus operários e administradores aprendiam constantemente novos métodos e técnicas, que devido à prática diária foram sendo aperfeiçoados. Consequentemente, as “melhores práticas” foram sendo transmitidas a outras fábricas da empresa e também aos seus fornecedores. Contudo, durante esse período, a teoria do TPS nunca havia sido documentada. Deste modo, para que a aprendizagem do TPS fosse clara e simples para todos, Fujio Cho (discípulo de Taiichi Ohno) esquematizou o TPS sob a forma de uma casa, ilustrada na Figura 1. A casa reforça a importância de todos os elementos que a constituem, pois é considerada como sendo uma estrutura estável. No entanto, um edifício só é sólido se os seus alicerces, pilares e telhado forem consistentes (Liker, 2004).

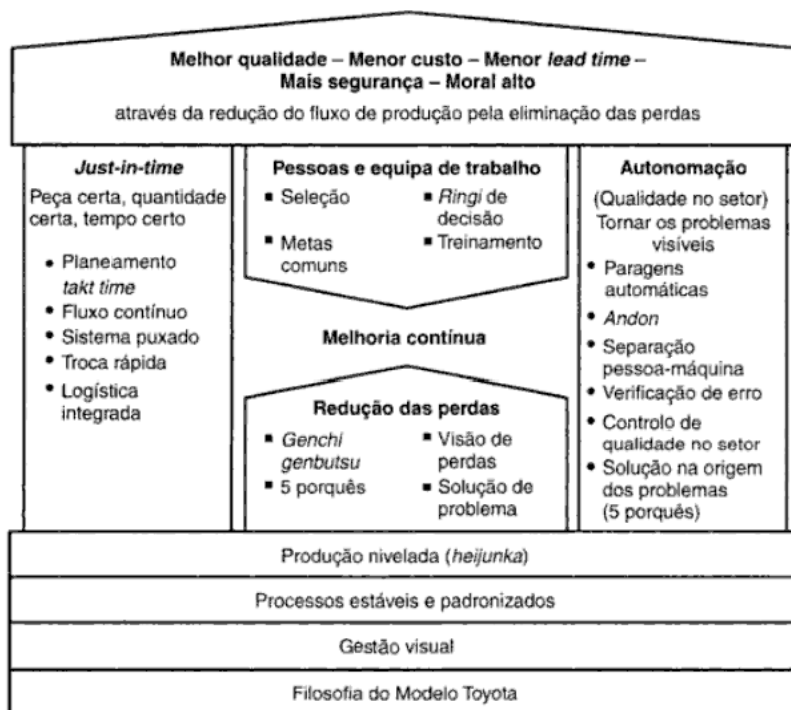


Figura 1 – Casa do Toyota Production System (adaptado de Liker, 2004)

Na base da Casa TPS, encontra-se a produção nivelada, a estabilização dos processos, a gestão visual como forma de envolver os colaboradores a usarem os seus sentidos, e por fim o conhecimento da filosofia Toyota. O centro é ocupado pelas pessoas e equipa de trabalho, pois são elas que permitem identificar os problemas, contribuindo assim para a redução de desperdícios e melhoria contínua. O telhado esquematiza o objetivo do TPS. Esse consiste em otimizar a organização a produção, de modo a responder às necessidades dos clientes no menor

prazo possível, com a melhor qualidade, e sempre com menor custo, bem como proporcionar uma maior segurança e aumentar a moral dos seus colaboradores. Para atingir tal meta, o TPS sustenta-se em dois pilares fundamentais: o *Just in Time* (JIT) e o *Jidoka* ou *Autonomation* (Liker, 2004; Ghinato, 2006).

### **2.2.1 Just in Time**

Um dos pilares fundamentais para a implementação do TPS é o *Just in Time*. O JIT é uma abordagem à produção que possibilita que se produza e entregue produtos em pequenas quantidades, com prazos de entrega (*Lead Times*) reduzidos, de forma a responder às necessidades do cliente. A sua aplicação resulta na diminuição de inventários, *Work in Process* (WIP), esperas, transportes e defeitos, reduzindo igualmente os custos de produção e melhorando a qualidade dos produtos (Hay, 1998; Team, 1998).

Para satisfazer os conceitos inerentes ao JIT é necessário implementar um sistema produtivo que permita um fluxo contínuo da produção. Neste contexto surge o sistema *pull* ou produção puxada. Este assenta na ideia de que seja o cliente a puxar a produção, ou seja, o produto só é produzido a partir do momento que o cliente o solicita. Na prática puxar significa que nenhum processo a montante deverá produzir sem que o processo a jusante o requisite. Deste modo, controla-se o volume de produção, permitindo assim que se produza as quantidades necessárias, no momento certo. No entanto, a conversão de um sistema de produção para a lógica *pull* pode não ser uma tarefa fácil, dado que a empresa precisa de realizar profundas mudanças na programação da produção, que deverão ocorrer simultaneamente em todos os processos (Womack & Jones, 2003b; Monden, 1998).

Em suma, o JIT é uma abordagem capaz de responder rapidamente à procura e suprimir as atividades que não acrescentam valor, conduzindo a uma redução de custos, inventário e tempos de espera, bem como é capaz de garantir o fluxo contínuo da produção.

### **2.2.2 Jidoka (Autonomation)**

O segundo pilar do TPS, teve origem no desenvolvimento do tear automático de Sakichi Toyoda e nos sucessivos melhoramentos que lhe foram sendo aplicados. Entre eles, destaca-se a introdução de um dispositivo que detetava a quebra do fio, fazendo com que o tear parasse de imediato (Liker, 2004; Ohno, 1997). Isto permitiria libertar o operador da constante vigilância de uma única máquina, podendo o mesmo supervisionar um conjunto de equipamentos. Ao conceito baseado nas ideias de Sakichi Toyoda, Taiichi Ohno designou de *Jidoka*, ou seja,



*“facultar ao operador ou à máquina a autonomia de paralisar o processamento sempre que for detetada qualquer anormalidade”* (Ghinato, 2006).

O conceito de *Jidoka* não se aplica apenas às máquinas, podendo ser igualmente empregue nas linhas de produção manual. Deste modo, qualquer operador pode interromper a produção no caso de detetada alguma irregularidade, a fim de impedir a geração e a propagação de defeitos. Ao parar a linha de produção, o problema torna-se visível, permitindo assim apurar a sua causa e eliminá-la. Desta forma, reduz-se o tempo em que o sistema se encontra imobilizado devido à reincidência de irregularidades no processo, contribuindo igualmente para a melhorar a qualidade dos produtos (Ghinato, 2006).

O *Jidoka* é também designado de *Autonation* por ser um conceito muito próximo da automação. Segundo Shingo (1989), um processo *“para ser totalmente automatizado, uma máquina deve ser capaz de detetar e corrigir os seus próprios problemas operacionais”*. Neste sentido, para Shingo, o *Jidoka* surge como sendo o estágio anterior à automação plena, visto que cabe à máquina detetar o problema e ao operador efetuar a sua correção. Assim, Shingo separa o trabalho realizado pelas máquinas do efetuado pelos operadores, através dos dispositivos que possibilitam a deteção de anomalias (Shingo, 1989).

Em suma, o *Jidoka* está relacionado com a capacidade das máquinas detetarem algum tipo problema e serem capazes de parar o processo, evitando assim a propagação de defeitos e impedindo a ocorrência de anomalias no processamento e fluxo de produção (Liker & Meier, 2006).

## 2.3 TIPOS DE DESPERDÍCIOS

Taiichii Ohno veio revolucionar a forma como atualmente as empresas olham para a produção. Esta mudança ocorreu, quando Ohno percebeu a importância dos desperdícios num sistema produtivo. Assim, todo o sistema de produção Toyota foi vocacionado para a eliminação total ou parcial dos desperdícios.

Segundo Womack & Jones (2003b) o conceito de desperdício é definido como sendo *“qualquer atividade humana que absorve recursos mas não cria valor”* (Womack & Jones, 2003b). Deste modo, pode dizer-se que desperdício é o executar de uma qualquer ação que não acrescente valor ao produto, ou seja, que adicione custos (Ohno, 1997). Por seu lado, valor pode

então ser definido como sendo todas as especificações de um produto, que o cliente esteja disposto a pagar, logo, este é determinado pelo cliente final (Carvalho, 2008; Melton, 2005).

Durante o desenvolvimento do TPS, Ohno classificou os desperdícios em sete tipos diferentes e que se encontram ilustrados na Figura 2 (Ohno,1997).



Figura 2 – Os sete tipos de desperdícios (adaptado de Melton, 2005)

### **Sobreprodução**

A sobreprodução é talvez o mais importante e comum desperdício que surge na indústria (Ohno, 1997). Este significa, produzir quantidades excessivas ou antes de o produto ser requerido pelo cliente. Tal facto permite originar outros desperdícios como: elevadas quantidades de WIP e horas de trabalho, ocultação de defeitos, excesso de produto acabado, consumo desmedido de matérias-primas e ocupação dos meios de transporte e de armazenamento (Ortiz, 2006; Nogueira, 2010).

### **Esperas**

As esperas estão relacionadas com os intervalos de tempo em que os materiais, recursos ou informação, não se encontram disponíveis quando são necessários. Estas podem ocorrer quando surgem: avarias nos equipamentos, retrabalho, máquinas com necessidade de longos tempos de preparação, falta de matérias-primas, mão-de-obra insuficiente e da existência de gargalos na produção (Liker, 2004; Nogueira, 2010). Como consequência, as esperas vão fazer com que os operadores necessitem de horas extraordinárias para compensar o tempo perdido,



aumentado assim os custos de operação e inculindo mais uma despesa para a empresa (Ortiz, 2006).

### **Transporte**

O desperdício de transporte está associado aos movimentos do produto, que quando efetuado não lhe acrescenta valor. A sua existência pode estar relacionada com um fraco planeamento e programação da produção, ou então com *layouts* ineficientes que provocam movimentações desnecessárias, tanto de pessoas como de materiais. Isto pode conduzir a tempos de espera e ao uso de mais recursos do que aqueles que são realmente precisos (Ortiz, 2006; Nogueira, 2010).

### **Sobreprocessamento**

Por vezes, nem todo o processamento de um produto é realizado da forma mais eficiente ou eficaz, sendo aí que reside o desperdício de sobreprocessamento. Isto significa que, em determinados processos, existem operações complexas que poderiam ser executadas de modos mais simples. Os processos usados para proteger os produtos durante o seu transporte até outro posto de trabalho são um bom exemplo de sobreprocessamento (Ortiz, 2006). Este tipo de desperdício pode ocorrer: no uso de ferramentas erradas ou mal conservadas, instruções de trabalho inapropriadas, na formação inadequada dos colaboradores ou ainda em falhas de comunicação (Bell, 2006).

### **Movimentos**

O desperdício com movimento diz respeito a todas as movimentações de pessoas ou equipamentos, que quando realizados não acrescentam valor ao produto, por exemplo procurar ferramentas. A sua existência resulta de *layouts* desadequados, fraca organização de postos trabalho, descuido com aspetos ergonómicos e métodos de trabalho inadequados (Ohno, 1997; Nogueira, 2010).

### **Inventário**

O desperdício de inventário está diretamente relacionado com a acumulação de materiais, produtos ou componentes e WIP em qualquer ponto do processo produtivo. Estes surgem pelas mais diversas razões de que são exemplo: processos desequilibrados, incumprimento de prazos por parte dos fornecedores, defeitos e longos tempos de preparação. A existência de inventário gera outros desperdícios como transporte e defeitos (Team, 1998).



### **Defeitos**

Os defeitos estão ligados aos custos de produção de produtos com má qualidade. Quando um produto não apresenta qualidade, implica que seja reparado ou rejeitado. Como tal, destaca-se a necessidade de existir inspeção, de substituição da peça ou então na perda de tempo para reparar-la. Tudo isto traduz-se num esforço desnecessário e custos associados à ocupação dos meios de produção. É importante mencionar, que os problemas com qualidade são muitas vezes camuflados pelos elevados níveis de inventário ou pela produção de grandes lotes (Liker, 2004; Bell, 2006).

De acordo com Womack & Jones (2003b), para além dos setes desperdícios identificados por Ohno, existe ainda um oitavo desperdício: a subutilização da criatividade dos colaboradores.

### **Subutilização da criatividade dos colaboradores**

Esta nova forma de desperdício está associada à não utilização do potencial criativo dos colaboradores, isto é, a gestão de topo não envolve os seus funcionários durante os processos de tomada de decisão ou na implementação de novos projetos. O facto de a gestão não ouvir os colaboradores, pode originar perda de ideias, bem como a introdução de melhorias importantes para a empresa. Para além disso, os operários estão propensos a cometer mais erros e tomar más decisões, que vão afetar a qualidade e a produtividade da empresa (Ortiz, 2006; Carvalho, 2010).

## **2.4 KAIZEN**

*Kaizen* é um termo japonês que significa melhoria contínua. Este designa uma filosofia que busca a melhoria contínua, focando na eliminação de desperdícios e na aplicação de soluções económicas, apoiadas na criatividade e motivação dos colaboradores (Briales, 2005). Nesta filosofia, as pessoas são consideradas como o bem mais precioso de uma organização. Com tal, devem ser estimuladas a introduzir continuamente melhorias no seu trabalho e vocacioná-lo para os objetivos da empresa, atendendo ainda à sua satisfação pessoal e profissional (Scotelano, 2007).

De acordo com Mazaki Imai (1986), referido por Scotelano (2007), o *Kaizen* é uma filosofia de melhoria na vida pessoal, social, doméstica e profissional (Scotelano, 2007). Quando aplicada no campo profissional, o *Kaizen* deverá envolver todas as pessoas da organização, desde a área produtiva à administração, que trabalhando em conjunto procuram encontrar



soluções que permitam alcançar melhorias, com o mínimo de investimento (Scotelano, 2007; Ortiz, 2006).

As ações de melhoria devem fazer parte da prática comum do dia-a-dia dos colaboradores, contribuindo assim para a eliminação de desperdícios e criação de fluxos adequados. Por sua vez, a eliminação de desperdícios permite aperfeiçoar o processo produtivo, aumentar a produtividade da empresa e possibilitar a produção de produtos com melhor qualidade a custos mais reduzidos (Briales, 2005). Porém, a possibilidade de eliminar os desperdícios ocorre, devido aos colaboradores poderem aplicar ferramentas e metodologias que sejam capazes de identificar as oportunidades de melhoria e encontrar os desperdícios que se encontram escondidos (Liker, 2004). Entre elas destaca-se o evento *Kaizen*, os 5 porquês e o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

O evento *Kaizen* é muitas vezes referido como o evento para melhorias rápidas. Este consiste na investigação e introdução de melhorias em áreas específicas da organização. Contudo, deve ser desenvolvido por equipas multidisciplinares, isto é, compostas por colaboradores das diferentes áreas (Ortiz, 2006). Por outro lado, o método dos 5 porquês tem como objetivo identificar a origem de um determinado problema, simplesmente perguntado “porquê”. Deste modo, ao questionar 5 vezes cada hipótese fornecida para justificar a causa do problema, consegue-se determinar a sua fonte e consequentemente elimina-la (Liker, 2004). Para finalizar, surge talvez o mais importante método usado na filosofia *Kaizen*, o ciclo PDCA. Este é um método baseado na formulação de hipóteses, que posteriormente são testadas a partir da recolha direta de informações. O seu procedimento é apresentado sobre a forma de um ciclo, ilustrado na Figura 3 e que ficou conhecido pelas iniciais das diferentes etapas que ostenta: *Plan, Do, Check* e *Act* (PDCA) (Rother, 2009).

De forma muito resumida, no *Plan*, estabelecem-se os objetivos e definem-se os métodos que permitem atingir a meta traçada, enquanto no *Do*, executa-se as atividades programadas na etapa anterior. No caso do *Check*, compara-se os resultados obtidos durante a fase de execução com os resultados esperados. Por fim, no *Act*, detetam-se os desvios e efetuam-se as devidas estabilizações do processo, agindo assim de acordo com as avaliações realizadas (Rother, 2009; Scotelano, 2007).

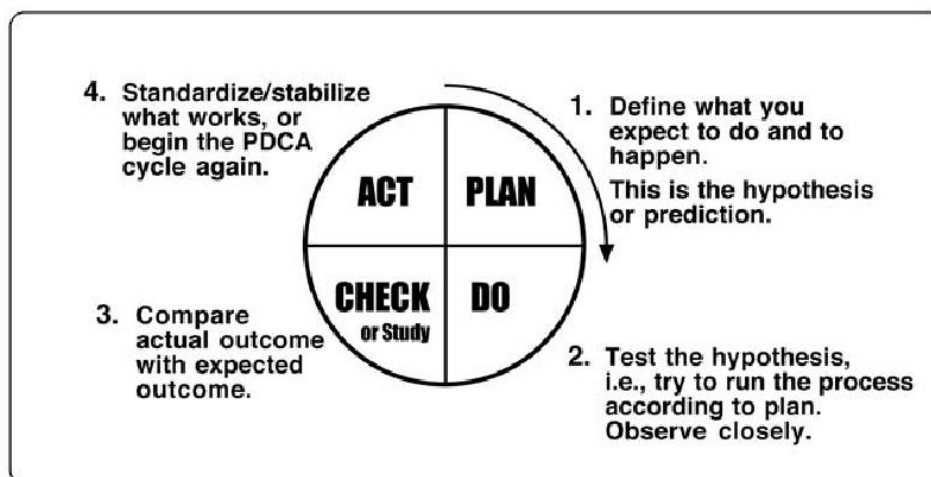


Figura 3 – Ciclo PDCA (Rother, 2009)

## 2.5 FERRAMENTAS DO PARADIGMA LEAN PRODUCTION

Neste subcapítulo pretende-se apresentar as técnicas mais relevantes da filosofia *Lean Production*, sendo que algumas delas foram igualmente aplicadas ao longo deste projeto.

### 2.5.1 Metodologia 5S

Para que a abordagem JIT obtenha sucesso em qualquer sistema produtivo, os postos de trabalho não devem estar desarrumados, desorganizados ou sujos. Tais condições podem propiciar os mais variados tipos de desperdícios como: perder tempo na procura de ferramentas, realizar movimentações supérfluas apenas para evitar obstáculos, gerar atrasos devido a defeitos e até provocar acidentes de trabalho (Team, 1998). A fim de melhorarem essas condições, muitas organizações optam por aplicar a metodologia 5S para que os seus processos produtivos se tornem mais eficazes.

A sigla 5S advém de 5 palavras japonesas: *Seiri*, *Seiton*, *Seison*, *Seiketsu* e *Shitsuke* e que compõem os pontos que esta metodologia defende. Juntos, estes 5 pilares promovem a criatividade e mudança de hábitos, melhoram as relações humanas e a qualidade, bem como possibilitam a libertação de espaço, para além de tornarem os problemas visíveis. No entanto, embora a implementação seja relativamente acessível, a sua maior dificuldade reside em manter a sua continuidade ao longo do tempo (Lago et al, 2008; Monden, 1998).

De seguida explica-se mais detalhadamente cada um dos “S”.

#### **Seiri (Separar)**



Esta etapa consiste em separar os itens realmente necessários dos desnecessários, por outras palavras é manter no local de trabalho apenas as ferramentas e material que são efetivamente precisas. Uma boa forma de catalogar os itens desnecessários pode passar pela aplicação de etiquetas vermelhas, para que mais tarde seja visível que aquele material não deveria estar naquele local (Monden, 1998).

### **Seiton (Arrumar)**

Após os itens desnecessários terem sido descartados, é agora necessário organizar e arrumar todos os itens que permaneceram no posto de trabalho. Arrumar, implica definir o local mais apropriado para cada item, que deve estar igualmente identificado, ou seja, organizado. Assim deve existir “um lugar para cada coisa e cada coisa deve estar no seu lugar”. Técnicas como aplicação de etiquetas ou fitas coloridas para os contornos de material podem ser utilizadas, pois tornam-se atrativas e rapidamente identificáveis (Ortiz, 2006).

### **Seison (Limpar)**

A terceira etapa consiste na limpeza do local de trabalho. Uma área de trabalho limpa, ajuda criar um ambiente de trabalho agradável e transmite aos operadores uma sensação de orgulho. Para tal, cada posto deve ser equipado com todo o material de limpeza necessário e conter normas de limpeza (Ortiz, 2006).

### **Seiketsu (Normalizar)**

Enquanto as etapas anteriores são a implementação prática desta metodologia, no *Seiketsu* pretende-se criar condições e definir normas para que os ganhos anteriormente alcançados sejam mantidos. Deste modo, os procedimentos de limpeza devem ser normalizados, bem como as ajudas visuais, ou seja, deve-se estender as “melhores práticas” a todos os postos de trabalho (Carvalho, 2010).

### **Shitsuke (Manutenção)**

O último “S” serve para garantir a sustentabilidade da metodologia. Nesta etapa pretende-se certificar que os “S” anteriores estão a ser devidamente cumpridos, por exemplo através da realização de auditorias semanais. O *Shitsuke* tende a mudar hábitos e mentalidades e visto que os seres humanos são naturalmente resistentes à mudança, esta é uma das etapas mais difíceis de implementar. Deste modo, fornecer aos colaboradores incentivos, pode estimulá-los a participar de forma positiva (Ortiz, 2006).

## 2.5.2 Single Minute Exchange of Die

As empresas tendem a produzir grandes lotes, como forma de minimizarem os custos inerentes à inatividade das máquinas que derivam dos longos *setups*, ou seja, do tempo que os equipamentos precisam de estar imobilizados para efetuarem a mudança de ferramentas, ou programas, entre a troca de produtos. Contudo, os mercados atuais exigem uma maior diversidade de produtos mas em quantidades cada vez mais pequenas. Como tal, a produção de grandes lotes já não é adequada. Assim, para que as empresas possam reduzir o tamanho dos lotes, é necessário que a troca de ferramentas se processe o mais rapidamente possível. É neste contexto que surge a aplicação de métodos como *Single Minute Exchange of Die* (SMED).

O acrónimo SMED refere-se a um método que tem como objetivo alcançar tempos de preparação, em minutos, na ordem de um dígito (isto é até 9 minutos). Este método foi desenvolvido por Shigeo Shingo (engenheiro da Toyota) quando tentava determinar a quantidade ótima do lote. Embora nem sempre seja possível obter-se valores inferiores a 10 minutos, a sua aplicação permite alcançar reduções bastante surpreendentes (Shingo, 1985). Para além de minimizar os tempos de preparação, a aplicação do SMED possibilita alcançar outros benefícios como: reduzir desperdícios, retrabalho, inventários, *lead times* e o tamanho dos lotes, bem como aumentar a flexibilidade, responsabilidade, produtividade e disponibilidade dos equipamentos, melhorando ainda a qualidade dos produtos (Costa et al, 2008).

Para se aplicar o método SMED, inicialmente é necessário realizar uma análise de todo o processo de preparação, para que seja possível identificar todas as operações que compõem o *setup*. Para tal, o seu autor sugere o recurso a filmagens de vídeo, amostragens de trabalho e entrevistas informais com os colaboradores, como forma de se efetuar a referida análise. Ainda de acordo com Shingo (1985), as operações de preparação podem ser classificadas em operações internas e operações externas. As operações internas são aquelas que apenas podem ser realizadas com a máquina parada, ao passo que as externas podem ser executadas com a máquina em funcionamento (Shingo, 1985). Contudo, a aplicação do método ocorre ao longo de mais três etapas.

Na primeira etapa, Shingo sugere que se realize a distinção entre operações internas e externas. Deste modo, atividades como a preparação de componentes, manutenção ou transporte, não deveriam ser executadas no período em que a máquina já se encontra parada. Isto significa que existem operações de preparação para o novo tipo de produto que são realizadas com a máquina já parada, que poderiam de facto ser executadas ainda com a



máquina a produzir o produto anterior (Shingo, 1985). Utilizar listas de verificação, melhorar o sistema de transporte e a verificação de funções, podem ser uma boa forma de auxiliar a separação entre cada tipo de operação (Team, 1996). As listas de verificação consistem na elaboração de uma lista de todos os passos e componentes necessários numa operação. Por outro lado, a verificação de funções tem como objetivo averiguar se todos os elementos se encontram em perfeitas condições de funcionamento (Shingo, 1985).

Após as operações se encontrarem devidamente separadas, o próximo passo consiste em converter o maior número possível de operações internas em operações externas. Para tal, será necessário voltar a examinar se a classificação atribuída foi adequada e posteriormente encontrar meios para transformar as operações internas em externas (Shingo, 1985). O pré aquecimento de moldes, o recurso a padrões auxiliares (*jigs*), antecipação de operações ou a normalização de funções, são um bom exemplo de como transformar as operações internas em externas. Se esta conversão for possível, permite reduzir o tempo de preparação do equipamento entre 30% a 50% (Team, 1996). Deste modo, torna-se importante prestar atenção às operações internas, visto que são elas que vão determinar o tempo em que o sistema não vai poder produzir.

Por fim, na terceira etapa procura-se racionalizar todas as operações de preparação, quer as externas como as internas, por outras palavras, trata-se de aperfeiçoar todas as operações. No caso das operações externas, as melhorias centram-se na otimização do sistema de transporte e racionalização do armazenamento. Por outro lado, para melhorar as operações internas, pode-se recorrer à aplicação a fixadores rápidos, eliminar os ajustes e afinações finais ou implementar operações paralelas através da utilização de vários colaboradores (Team, 1998; Shingo, 1985).

Em suma, o SMED permite realizar a troca de produtos de um modo rápido e eficiente, possibilitando alcançar uma maior flexibilidade industrial e ao mesmo tempo reduzir custos. Desta forma, permite colmatar a necessidade que as empresas têm de produzir grandes variedades de produtos mas em pequenas quantidades, fruto das exigências dos atuais clientes.

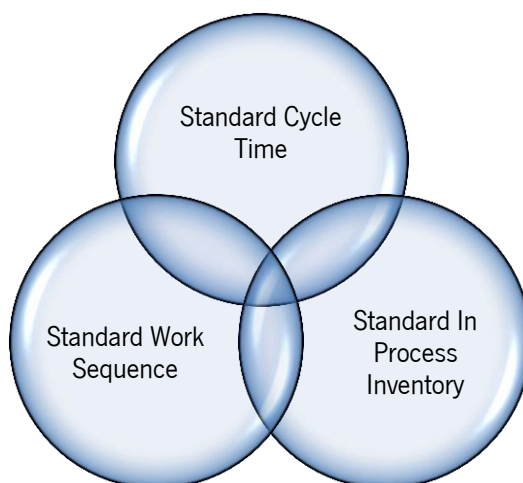
### **2.5.3 Standard Work**

O *Standard Work* tem como objetivo a normalização do modo como o trabalho é executado, de forma a melhorar os processos e operações. Este pode então ser definido como

um conjunto de procedimentos de trabalho que visam estabelecer os melhores métodos e sequências para cada processo e para cada trabalhador (Team, 2002).

A aplicação do *Standard Work* permite reduzir as falhas, minimizar os tempos de ciclo, regulamentar as funções e organizar o espaço físico, ao mesmo tempo que contribui para a redução dos *lead times*, visto que reduz a incerteza inerente aos processos e torna-os mais claros. O *lead time* é definido como sendo o período que decorre desde a chegada das matérias-primas até ao momento em que o produto é entregue ao cliente (Carvalho, 2010; Team, 1998). Assim, o *Standard Work* é uma ferramenta que permite alcançar a máxima performance com o mínimo de desperdício (Team, 2002).

De acordo com Monden (1998), o *Standard Word* deverá englobar os três componentes representados na Figura 4.



**Figura 4 – Três componentes do Standard Work (adaptado Team, 1998)**

O *Standard Cycle Time* é o tempo padrão em que uma linha deve produzir um produto ou componente, sendo a sua procura ditada pelo mercado (Monden, 1998). Neste sentido, a estabilização do *Cycle Time* (CT) é extremamente importante, pois se o processo produz mais rápido do que o necessário, conduz ao excesso de inventário. Por outro lado, se o CT for demasiado lento, pode gerar a escassez de produtos e consequentemente atrasar os processos seguintes (Team, 1998).

No *Standard Work Sequence* (sequência de trabalho padrão), estabelece-se a ordem pela qual as tarefas envolvidas no processo devem ser executadas, permitindo assim ao colaborador repetir o ciclo de forma consistente ao longo do tempo (Team, 2002). A determinação destas sequências padrão para os processos, evita que o colaborador execute aleatoriamente as suas



tarefas, reduzindo as flutuações no CT, o que permite cumprir o *Takt Time* (TT) estabelecido (Carvalho, 2010). O TT traduz-se no ritmo a que o mercado pede um produto (Team, 1998).

Por fim, no *Standard in Process Inventory* pretende-se estabelecer as quantidades mínimas de WIP em circulação que garantam o fluxo contínuo de produção (Monden, 1998).

De acordo com Spear & Bowen (1999), referido por Carvalho (2010), para se proceder à implementação do *Standard Work* é necessário aplicar as quatro regras seguintes:

- Todo o trabalho deverá ser analisado quanto ao conteúdo, sequência, tempo e resultado de cada operação;
- A conexão entre clientes e fornecedores deve ser direta, e a comunicação entre ambos deve ser clara e precisa;
- O caminho percorrido pelo produto entre os diferentes postos de trabalho deverá ser simples e direto;
- Qualquer melhoria deve ser realizada de acordo com um método científico e sob a orientação de alguém especializado na área (Carvalho, 2010).

#### **2.5.4 Value Stream Mapping**

Segundo Rother & Shook (1999) e Womack & Jones (2003a), o *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta direcionada para a visualização dos processos. Nesta, é importante representar toda a cadeia produtiva, ou seja, desde a chegada das matérias-primas até que o produto seja entregue ao cliente final. Isso vai permitir identificar os desperdícios que vão ocorrendo ao longo da cadeia de valor (Rother & Shook, 1999; Womack & Jones, 2003a).

O VSM permite representar esquematicamente dois importantes tipos de fluxos: o de material e o de informação. O fluxo de material está relacionado com a movimentação do produto ao longo do sistema produtivo, enquanto o fluxo de informação diz respeito ao conjunto de dados que indica o que fazer ou fabricar (Rother & Shook, 1999).

A grande finalidade do VSM é identificar e expor os desperdícios existentes no processo produtivo. Deste modo, permite caracterizar qual o estado atual, possibilitando ainda apontar as possíveis causas dos problemas e definir ações futuras, com vista a elimina-los (Rother & Shook 1999; Lago et al, 2008).

De acordo com Rother & Shook (1999) para se proceder à elaboração do VSM, será necessário seguir as seguintes etapas:



- Identificar uma família de artigos que possua uma maior importância para a empresa;
- Construir o VSM da situação atual;
- Construir o VSM da situação futura.

Para se proceder ao desenvolvimento do estado futuro, deve-se efetuar primeiro uma análise ao estado atual do processo produtivo, ou seja, elaborar o VSM atual. Nessa análise, são então identificadas as fontes de desperdício existentes na cadeia de valor. Assim, face aos problemas aí encontrados, define-se o estado que se pretende atingir, isto é, o VSM Futuro. Posteriormente, elabora-se um plano de trabalho que englobe propostas e medidas que permitam alcançar o estado pretendido (Rother & Shook, 1999).

A título de exemplo, mostra-se na Figura 5 o VSM de um processo da área da metalomecânica. Como se pode observar, a construção de um VSM recorre a um conjunto considerável de símbolos destinado a representar diferentes elementos/dados do processo. A lista de símbolos pode ser consultada no Anexo A.

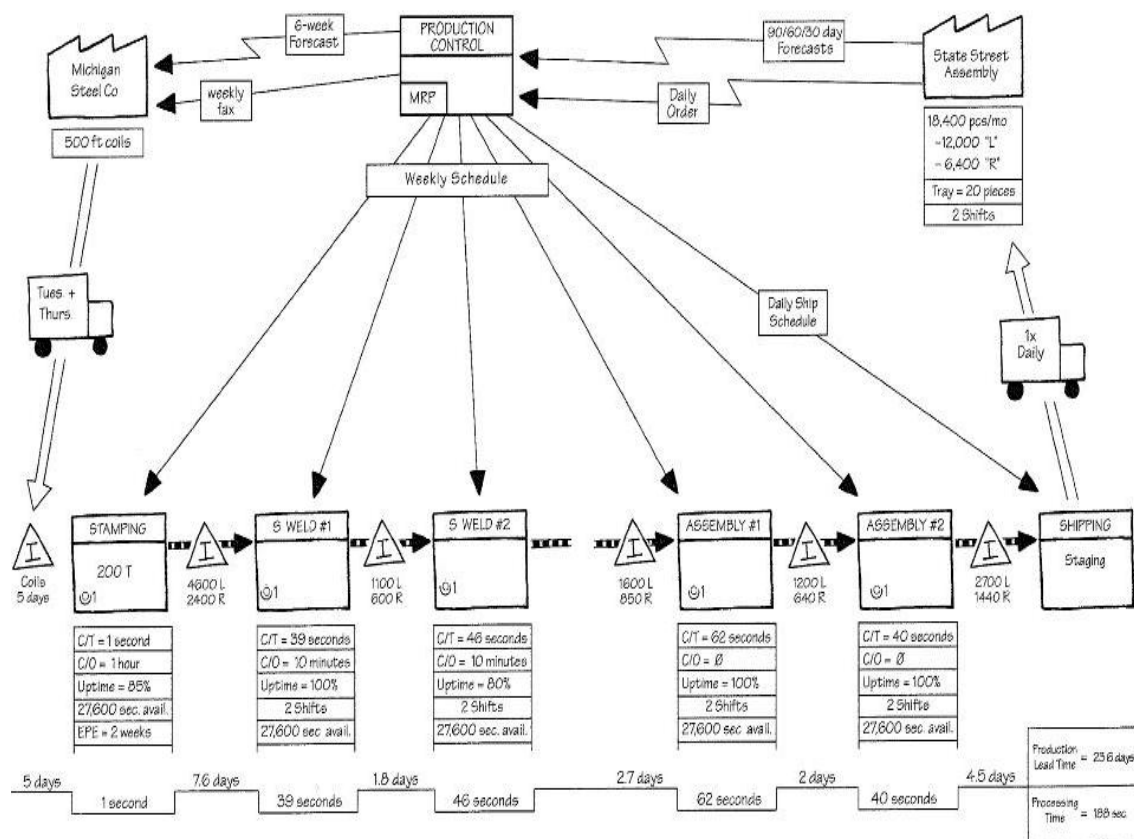


Figura 5 – Exemplo de um Value Stream Mapping (Womack & Jones, 2003a)



Para além do fluxo de material e informação, o VSM contempla ainda mais dois aspetos importantes: a linha de tempo e dados quantitativos. A partir da análise de cada um destes pontos, será então possível identificar alguns tipos de desperdícios.

### **Fluxo de Informação**

A caracterização dos fluxos de informação é bastante importante, uma vez que a nível administrativo as entradas e saídas do processo são geralmente informação. Neste sentido, uma boa caracterização do fluxo de informação permitirá identificar eventuais desperdícios nos processos administrativos como por exemplo: perda de tempo, *layouts* desapropriados, informações vagas ou excessivas, aprovações supérfluas, entre outras (Lago et al, 2008).

### **Fluxo de Materiais**

O fluxo de materiais consiste em desenhar o fluxo produtivo da família de produtos escolhida, com vista a ser possível detetar os níveis de WIP junto de cada posto de trabalho (Sá, 2010). Desta forma será possível identificar o desperdício de inventário.

### **Linha de Tempo**

A linha de tempo permite verificar o *Cycle Time* e o *Lead Time* total do processo. Através da sua análise, é possível identificar os tempos de espera e de transporte entre operações, que constituem uma fonte de desperdício para a empresa (Nogueira, 2010).

### **Dados Quantitativos**

Relativamente aos dados quantitativos que constam no VSM, para além dos valores do CT e *Lead Time* já referidos, surge também dados relativos aos tempos de preparação (identificados com a sigla C/O), número de operários e as quantidades de WIP acumuladas entre cada posto de trabalho (Nogueira, 2010).

Embora o VSM seja uma ferramenta fundamental na implementação da filosofia *Lean* pelas vantagens que proporciona, esta apresenta igualmente algumas limitações.

### **Limitações do VSM**

De acordo com Sá (2010) e Nogueira (2010), o VSM apresenta as seguintes limitações:

- Não permite representar produtos com fluxos produtivos diferentes;
- Dificuldades em transmitir a utilização do VSM a pessoas que não estão familiarizadas com a ferramenta;

- Falta de indicadores gráficos para os problemas de transporte; filas de espera e de distâncias devido ao *layout*;
- Não possui indicadores económicos;
- Não permite visualizar o *layout*;
- Não reflete a lista de materiais de um produto.

### **2.5.5 Células de Produção**

Os tradicionais sistemas de produção referem-se à produção *flow shop*, produção *job shop* ou produção por projeto. Como alternativa a estas formas de produção surgiu a produção celular, que tem por base a aplicação do conceito de tecnologia de grupo. Na tecnologia de grupo, reorganiza-se o sistema produtivo agrupando os equipamentos capazes de processar produtos da mesma família (Irani, 1999).

Com aparecimento do paradigma *Lean Production* a produção celular adquiriu uma grande importância, visto que passou a ser considerada como um dos componentes base desta filosofia. No *Lean Production*, a produção celular consiste na montagem de células de produção ligadas pela lógica *pull* e a um sistema que possibilite o controlo de stocks (Black & Hunter, 2003).

De acordo com Alves et al (2003), referido por Souza (2010), uma célula de produção pode ser definida como “*um agrupamento integrado de pessoas, equipamentos e métodos para a realização de um leque de tarefas complementares e necessárias à produção de um artigo ou família de artigos similares*” (Souza, 2010). Na perspetiva da produção, uma família de artigos refere-se ao conjunto de produtos que apresentem semelhanças na sua forma de produção, montagem ou manipulação (Alves, 2007). Neste sentido, uma célula de produção pode então ser definida como um conjunto de equipamentos que sejam capazes de processar um produto ou uma família de produtos que apresentem processos ou características semelhantes.

O conceito de células de produção, deriva da aplicação de estratégias organizacionais, que permitem às empresas obterem os mesmos ganhos de produtividade e simultaneamente aumentar a qualidade dos seus produtos (Souza, 2010). No entanto, a implementação de células de produção proporciona outros benefícios às organizações. Segundo Alves (2007) a aplicação de células de produção possibilita:

- Reduzir o prazo de entrega;
- Melhorar a utilização dos recursos produtivos;



- Melhorar a qualidade dos produtos e dos processos;
- Reduzir a necessidade de espaço produtivo;
- Minimizar as distâncias percorridas e os tempos de transporte (os artigos são todos, ou quase todos, produzidos dentro da célula);
- Reduzir o tamanho dos lotes (os equipamentos encontram-se mais próximos);
- Reduzir os tempos de preparação das máquinas (os fluxos produtivos tornam-se mais simples como consequência da produção de artigos semelhantes);
- Reduzir o WIP.

A redução dos tempos de transporte e preparação, aliada à não interferência da produção de artigos diferentes na mesma célula, faz com que as células de produção sejam ainda capazes de reduzir o tempo de produção de um produto (Alves, 2007; Black & Hunter, 2003).

Porém, a aplicação de células de produção não traz apenas benefícios para a organização. As empresas devem estar cientes de que a sua implementação poderá resultar no aumento das filas de espera em determinadas máquinas e na perda da utilização dos equipamentos, sendo ainda necessário racionalizar ferramentas e meios de produção. Nos casos em que é preciso duplicar as máquinas existentes, a empresa precisa de realizar investimentos financeiros em novos equipamentos. Contudo, este impacto pode ser minimizado se existir o devido cuidado durante a fase em que estão a ser projetadas as células de produção. Durante essa fase, é importante estudar qual a configuração celular mais adequada. Assim, mediante o objetivo pretendido, podem existir configurações mais apropriadas que outras, já que cada célula operacional possui características próprias. Entre elas surgem as células JIT, células de resposta rápida (*Quick Response*), células de produção flexível, células virtuais e as células Ágeis (Alves, 2007).

Na fase de conceção de células de produção, podem ser utilizados diversos métodos ou abordagens, como por exemplo o *Production-Flow Analysis*. Esta abordagem apoia-se nos roteiros de produção, para analisar os diversos fluxos produtivos, com vista a simplifica-los (Black & Hunter, 2003).

## 2.6 DIAGRAMA DE IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS

Atualmente, o VSM é sem dúvida o método mais utilizado para representar o fluxo de materiais num sistema produtivo. Para além disso, este diagrama permite ainda identificar

alguns tipos de desperdícios e auxiliar na busca pela melhoria contínua. Contudo, o VSM apresenta determinadas limitações, anteriormente referidas na secção 2.5.4 deste documento. Neste sentido, para tentar colmatar algumas dessas limitações, no Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho está a ser desenvolvido um novo tipo de diagrama – o *Waste Identification Diagram* (WID).

O WID é um modelo de representação gráfica, que permite descrever um sistema de produção e identificar os desperdícios de transporte, inventário e sobreprodução, podendo ainda ser utilizado como uma ferramenta de melhoria contínua. Este diagrama é constituído por uma rede de blocos e setas elaborados à escala, permitindo assim obter uma perceção visual de todos os pontos onde ocorrem os referidos desperdícios (Sá et al, 2011).

Para a construção do WID são necessários dois tipos de ícones: os *Block Icon* e as *Transportation Arrow*.

### **Block Icon**

Os *Block Icon*, são blocos tridimensionais com coordenadas em x, y, z, conforme ilustra a Figura 6, e podem representar um posto de trabalho, célula de produção ou mesmo uma secção da empresa. Cada eixo do bloco fornece informações sobre diferentes variáveis, sendo elas: o *ChangeOver Time*, *Takt Time*, *Cycle Time* e WIP (Sá, 2010).

O *ChangeOver*, eixo x, corresponde à profundidade do bloco e dimensiona o tempo de *setup* do processo. Por outro lado, no eixo y, aparece o WIP que habitualmente se encontra naquele local e que constituirá a base do bloco. Por fim, a altura do bloco (eixo z) é dada pelo *Takt Time*, onde a área verde corresponde ao *Cycle Time*. A diferença entre estes dois conceitos indica a capacidade não utilizada pelo posto e que se encontra representada pela área laranja. A relação entre o CT e TT permite ainda determinar se o sistema produtivo se encontra devidamente balanceado. Por exemplo, se tanto o CT como TT tiverem a mesma altura em todos os postos de trabalho, depreende-se que o sistema está balanceado, caso contrário conclui-se que é um sistema desequilibrado (Sá, 2010).

Os *Block Icon* possibilitam ainda retirar informações sobre *Lead Time* do processo. Para tal, basta recorrer à Lei de Little, que afirma que para se obter o *Lead Time* basta multiplicar o WIP do processo pelo CT. Deste modo e de acordo com a Lei de Little, o *Lead Time* do processo irá corresponder à parte frontal do bloco, ou seja, à soma da área laranja com a área verde (Sá et al, 2011).

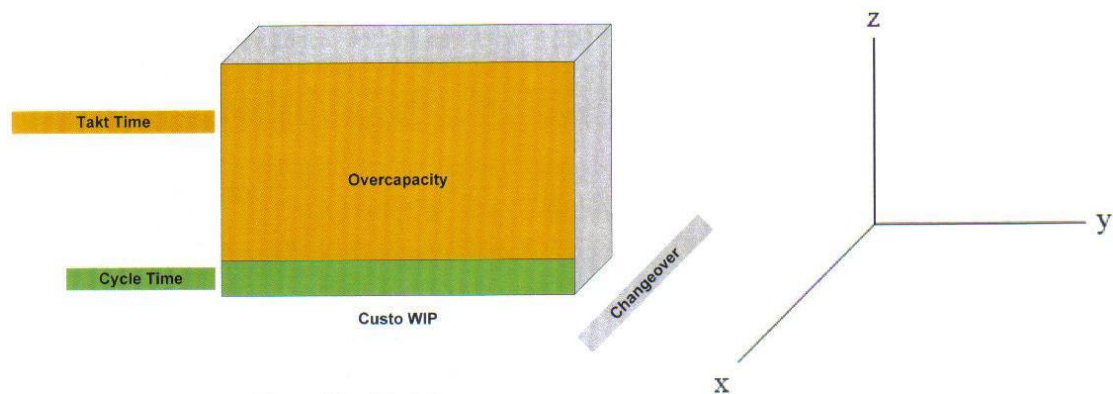


Figura 6 – Block Icon (Sá, 2010)

### **Transportation Arrow**

A *Transport Arrow* reflete o esforço que é necessário realizar para transportar os materiais entre os postos de trabalho e que por exemplo pode ser medido em  $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{dia}$  ou €, entre outros. Este representa-se por uma seta, exemplificada na Figura 7, onde quanto mais largo for o vetor, maior será o esforço associado a esse movimento (Sá et al, 2011).

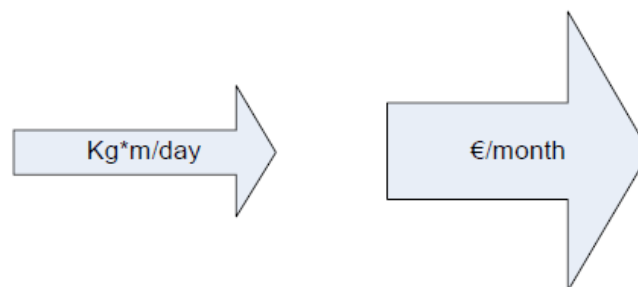


Figura 7 – Transportation Arrow (Sá et al, 2011)

### **Vantagens e Desvantagens**

O WID é uma ferramenta que veio apoiar a gestão na identificação de alguns tipos de desperdícios que vão ocorrendo no sistema produtivo. Para além de ser simples e de fácil implementação, o WID possui ainda as seguintes vantagens:

- Permite representar mais do que um fluxo produtivo para uma determinada família de produtos;
- Permite uma perceção visual imediata de desperdício, dado que quanto maior forem os *Block Icon* e as *Transportation Arrows*, maior será o desperdício a eles associados;
- É uma ferramenta fácil de entender, devido à semântica das noções gráficas que apresenta;

- Além de identificar os desperdícios, o WID destaca ainda os principais problemas que impedem as empresas de alcançar fluxos de produção simples;
- É uma ferramenta que pode ser utilizada no processo de melhoria continua;
- Permite identificar os desperdícios de transporte, inventário e sobreprodução, e a estes associar custos.

Contudo, a única desvantagem apresentada pelo WID é o tamanho do diagrama. Assim, quanto mais complexo for o processo modelado mais espaço para desenhar será necessário, visto que os itens são elaborados à escala (Sá et al, 2011).



### **3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA**

Neste capítulo é realizada a apresentação da empresa onde decorreu o projeto de dissertação. Assim, para além da identificação da empresa, abordam-se pontos como a evolução histórica, estrutura organizacional, produtos comercializados e os seus principais destinos, bem como a missão e visão adotada pela empresa.

#### **3.1 IDENTIFICAÇÃO**

A empresa onde foi desenvolvido o projeto denomina-se de AM Móveis, sendo esta a designação comercial de duas empresas: Armando Ferreira da Silva & Filhos, Lda. (AFS) à qual está associada a parte industrial, e Armando & Filhos, Lda. (AF) que é responsável pela parte comercial. Esta é uma empresa de média dimensão, localizada na freguesia de Frazão, concelho de Paços de Ferreira (AM MÓVEIS, 2010).

Com uma área de cerca de 12000 m<sup>2</sup>, que abrange o complexo industrial, armazéns e escritórios, esta empresa possui um quadro de colaboradores composto por 107 funcionários, estando estes distribuídos pelas duas empresa da seguinte forma: 78 na AFS e 29 AF (AM MÓVEIS, 2011).

#### **3.2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA**

A AM Móveis foi fundada em 1962 pelo Sr. Armando Ferreira da Silva, sendo então nessa altura uma pequena empresa de carácter familiar.

Com o passar do tempo o fundador passou a empresa para os seus quatro filhos (atuais sócios), que a partir da implementação de novas estratégias, fizeram com que esta iniciasse a sua expansão. No entanto a sua expansão consolidou-se em 1995 quando a AM Móveis conseguiu cobrir comercialmente todo o território de Portugal continental. Neste sentido, para a empresa acompanhar este crescimento comercial, foi necessário efetuar também um crescimento a nível produtivo, aumentando assim o espaço, adquirindo mais equipamentos e contratando mais mão-de-obra.

Com a sua crescente expansão, surgiu igualmente uma preocupação em termos da qualidade dos seus produtos. Em 2001, a AM Móveis decide então obter o certificado de



qualidade dos seus produtos pela norma ISO 9001:2000. Tal certificado é obtido no final do ano de 2002 pela empresa SGS (Sociedade Geral de Superintendência).

A preocupação da AM Móveis não ficou apenas pela certificação da qualidade dos seus produtos. Deste modo, em 2009, esta decidiu obter um certificado que abrange os Recursos Humanos pela norma NP 4427:2004 e Segurança e Saúde do Trabalho através da norma OHSAS 18001:2007. Tal certificado é alcançado no início de 2010, sendo a SGS a empresa certificadora (AM MÓVEIS, 2010).

A AM Móveis apresenta ainda uma forte preocupação relativamente ao impacto ambiental provocado pela sua atividade. Como tal, em Setembro de 2011, a empresa consegue alcançar o objetivo de ser certificada a nível ambiental, passando a ser considerada como uma empresa mais ecológica.

### 3.3 PRODUTOS

A AM Móveis é uma empresa que se dedica à conceção, produção e comercialização de mobiliário de estilo clássico, nomeadamente quartos, salas e peças soltas, conforme ilustra a Figura 8. A sua oferta de produtos é bastante diversificada, existindo assim várias linhas de mobiliário distintas, onde cada uma delas apresenta características próprias (AM MÓVEIS, 2010).



**Figura 8 – Exemplo de produtos fabricados na AM Móveis (AM MÓVEIS, 2011)**

Os seus produtos distinguem-se dos da concorrência, pela aplicação de matérias-primas de elevada qualidade aliada a um acabamento muito cuidado, quase artesanal.

No caso da AF, esta é ainda detentora de duas lojas, onde, para além de comercializar mobiliário produzido na AFS, comercializa também artigos de iluminação.



### **3.4 DESTINO DOS PRODUTOS**

Atualmente, cerca de 85% dos produtos produzidos pela AM Móveis destinam-se ao mercado externo, exportando assim para 27 países diferentes, sendo os principais destinos Espanha, Grécia, E.U.A. e Rússia. No entanto, a empresa também possui clientes um pouco por todo o território nacional, como é o caso das suas lojas.

Neste sentido, a comercialização dos seus produtos é realizada não só através das lojas de que a empresa é detentora, mas também por revendedores que cobrem áreas geográficas distintas. Em relação aos revendedores, a AM Móveis possui sempre o cuidado de evitar que exista algum tipo de concorrência entre eles (AM MÓVEIS, 2010).

### **3.5 MISSÃO E VISÃO**

Para alcançar o sucesso, é necessário definir os princípios pelos quais a empresa se deve reger, para que assim seja mais fácil atingir as metas propostas. Deste modo, a missão da AM Móveis concentra-se em conceber, produzir e comercializar mobiliário de madeira de estilo clássico, fidelizando os clientes pela qualidade dos seus produtos, transformando-a numa empresa de referência no mercado do mobiliário.

Como objetivos futuros, a visão da AM Móveis passa por servir o cliente visando a sua plena satisfação, facultando um serviço de qualidade, no sentido de alcançar a fidelização dos seus clientes de revenda e particulares, e ser uma empresa líder pela qualidade dos seus produtos (AM MÓVEIS, 2010).

### **3.6 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL**

A AM Móveis possui um organigrama com quatro níveis hierárquicos, que apresenta as funções, autoridades e as responsabilidades para cada nível, e que pode ser consultado no Anexo B. A partir da análise do organigrama, é possível verificar que no topo encontra-se a direção da empresa (composta pelos quatro sócios) e que o nível mais baixo corresponde às diferentes secções responsáveis por produzir os produtos. Relativamente aos níveis intermédios, estes estão associados às áreas mais administrativas, isto é, aos diferentes departamentos e subdepartamentos existentes na empresa.

Um ponto que é ainda importante salientar é que todos os colaboradores da empresa utilizam vestuário (bata) que permite distinguir (através de um código de cores) qual o cargo ou função que ocupam dentro da organização. No Anexo C é possível consultar a lista de cores que permite identificar os diferentes cargos ou funções.



## 4 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ACTUAL

O trabalho inicialmente pedido, por parte da empresa, passava apenas por elaborar uma análise mais profunda à secção de Maquinagem, com vista a eliminação de desperdícios aí existentes. Assim, os principais objetivos consistiam na reestruturação do *layout* desta secção, bem como melhorar os tempos de preparação das máquinas CNC (*Computer Numerical Control*).

No entanto, a empresa suspeitava da possibilidade de ocorrência de desperdícios noutras secções. Face a tal desconfiança, a AM Móveis colocou o desafio de estender o projeto às secções de Corte, Marcenaria, Montagem Final e Armazém de Madeiras. Neste sentido, tornou-se importante efetuar uma análise mais pormenorizada ao modo de funcionamento não só da secção de Maquinagem, mas também às secções anteriormente referidas.

Paralelamente à análise das diferentes secções, neste capítulo aborda-se ainda a forma como é realizado o Planeamento da Produção, classifica-se o sistema produtivo e descreve-se o fluxo produtivo e de materiais.

### 4.1 PLANEAMENTO DA PRODUÇÃO

Toda a produção de uma empresa necessita de ser planeada. Assim, o resultado de um Planeamento da Produção será um Plano de Produção onde se encontram informações do género “o quê”, “quando” e “quanto” produzir ou comprar.

Tudo tem início com a receção das encomendas por parte dos colaboradores do Departamento Comercial da empresa. Estas podem ser encomendas de produtos do tipo *standard* (iguais aos catálogos) ou então produtos customizados (alterados conforme o pedido do cliente).

Quando as encomendas são do tipo *standard*, estas são lançadas no sistema informático PHC, onde inicialmente se verifica se existe ou não stock desse artigo. No caso de não existir, as funcionárias da parte comercial para lançarem a nota de encomenda têm de preencher campos importantes, como o local de destino, visto este ser um fator importante para elaborar o plano semanal da produção. De seguida, enviam um e-mail ou fax ao cliente confirmando a receção da encomenda. Porém, existem ainda as encomendas dos produtos customizados. Para estes casos, as funcionárias do Departamento Comercial antes de introduzirem a encomenda no PHC,

enviam o pedido para o Gabinete Técnico que efetua as alterações no desenho do móvel. Com base nestas alterações, os orçamentistas, sediados no Gabinete Técnico, estão aptos a mencionar o novo valor do produto, cabendo depois ao Departamento Comercial informar o cliente e verificar se este ainda mantém o interesse. Após o cliente confirmar o pedido, o processo desenrola-se como se o produto fosse do tipo *standard*.

A fase seguinte é o planeamento, que neste caso é realizado a cada 2,5 dias, onde o Diretor de Produção vai estabelecer o que a empresa irá produzir nas próximas semanas. Para tal, ele recorre às encomendas lançadas no sistema PHC pelo Departamento Comercial.

O Plano de Produção resultante é elaborado para um período semanal, isto é, cada Plano contém todos os produtos que necessitam de ser fabricados naquela semana. Para isso, o Diretor de Produção tenta agrupá-las de acordo com os seguintes critérios: data de entrega, zona de destino (relacionado com a logística) e tipo de material (complexidade do produto).

Após se saber quais as encomendas que deverão avançar primeiro, é agora necessário perceber se o sistema tem ou não capacidade de as processar. Para tal, a empresa utiliza a secção de Marcenaria como limitadora da capacidade do sistema, sendo essa limitação dada por um valor monetário.

Neste sentido, o Diretor de Produção estabeleceu que a secção de Marcenaria é capaz de processar no máximo 11900€ de móveis, num turno de 8 horas de trabalho. Esta associação é que vai determinar a carga máxima do sistema. Por exemplo, se uma encomenda possui o valor de 23800€, com base na relação anterior, sabe-se que esta irá demorar 2 dias de trabalho na secção de Marcenaria. Logo, demorará igualmente 2 dias na secção de CNC, 2 dias na Maquinagem e 2 dias no Corte/Aglomerado (estas podem começar em paralelo). Assim, depreende-se que para esta encomenda chegar aos acabamentos demorará 8 dias.

Após definido o planeamento, o Plano de Produção resultante é então enviado para o Gabinete Técnico, para que se proceda ao lançamento dos trabalhos (ordens de produção). Ai, vão ser emitidas as ordens de produção, que poderão ser agrupadas de duas formas diferentes: Se as ordens de produção vão para as secções de Corte e de Aglomerado, são lançadas por tipo de madeira, placa e folha respetivamente, isto é, no mesmo papel agrupam-se todos os componentes que vão gastar o mesmo tipo de madeira, conforme se pode verificar na Figura 56 e Figura 57 do Anexo D. Caso contrário são sempre lançadas por artigo final, ou seja, a ordem de produção refere-se apenas à produção dos componentes para o mesmo produto, como ilustra a Figura 58 do mesmo anexo. Independentemente da secção para onde seguem as ordens de



produção, as informações que aí constam serão semelhantes. Nesses documentos é possível encontrar informações como: o tipo e modelo do produto, quais os componentes e as respetivas quantidades, tipo de madeira e as dimensões com aumento e as medidas finais.

À medida que os componentes vão saindo das secções de Corte e Aglomerado, procede-se à criação de lotes, que se fazem acompanhar da respetiva ficha de acompanhamento (também designada de etiqueta), exemplificada na Figura 59 do Anexo D. Esta pode ser de cor azul, amarelo, branco ou verde. Assim, os artigos marcados com as etiquetas amarelas são aqueles que precisam de ser terminados na primeira semana, enquanto papéis de cor azul, apenas na semana seguinte (segunda semana). Já os brancos estão associados à semana atual. Por fim, as etiquetas verdes correspondem aos produtos de carácter urgente. Um bom exemplo desta abordagem, é quando um cliente acrescenta mais um pedido ou então efetuou uma encomenda que não pode esperar pelo prazo de entrega fornecido pela empresa. Quando ocorrem encomendas deste género (etiquetas verdes), a empresa diz que o produto vai entrar em “sistema de via verde”, o que significa que os artigos marcados com este tipo de código têm toda e qualquer prioridade sobre os restantes. Para além das fichas de acompanhamento, nos carros de transporte também são colocadas capas com os desenhos técnicos dos produtos, de modo a facilitar a interpretação de determinados pormenores do móvel. As capas com os desenhos técnicos são colocadas no carro de transporte apenas quando o produto entra na secção de Maquinagem. Na Figura 60 do Anexo D apresenta-se um exemplo do tipo de desenho técnico que pode acompanhar os produtos.

## 4.2 CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO

Na AM Móveis, existe um Gabinete de Design que tem como função criar novos produtos. Estes são expostos em diversas feiras internacionais que vão ocorrendo ao longo do ano. A partir dessas feiras, são então produzidos os catálogos pelos quais os clientes podem efetuar as suas encomendas. Assim, verifica-se que esta empresa dedica-se à produção por encomenda.

No entanto, os clientes não são obrigados a encomendar apenas o que é apresentado nos catálogos. Estes, podem sempre sugerir alterações tanto a nível de medidas, como cores, material ou mesmo adicionar novos componentes, isto sempre com a aprovação do Gabinete Técnico. Assim, esta empresa apresenta um nível de customização bastante elevado, que tem como consequência a existência de uma enorme diversidade de artigos. Deste modo, para

conseguir produzir tal variedade, os artigos são agrupados em lotes até um máximo de quatro componentes cada, chegando por vezes a ser mesmo produção unitária.

O sistema produtivo desta empresa encontra-se dividido em secções, agrupadas por tipo de função. Por esta razão, assim como pelo facto de apresentar uma grande diversidade e produzir pequenas quantidades, verifica-se que a sua implementação é orientada ao processo, ou seja é uma oficina funcional.

### 4.3 DESCRIÇÃO GERAL DO FLUXO PRODUTIVO

A AM Móveis apresenta as secções tradicionais do sector do mobiliário, ou seja, Corte, Aglomerado, Maquinagem, Marcenaria e Acabamentos, conforme se pode verificar no *layout* da empresa apresentado no Anexo E. Paralelamente a estas, existe ainda vários armazéns: madeiras, químicos, resíduos e produto acabado, sendo que este último encontra-se noutras instalações que a empresa possui numa outra freguesia do concelho.

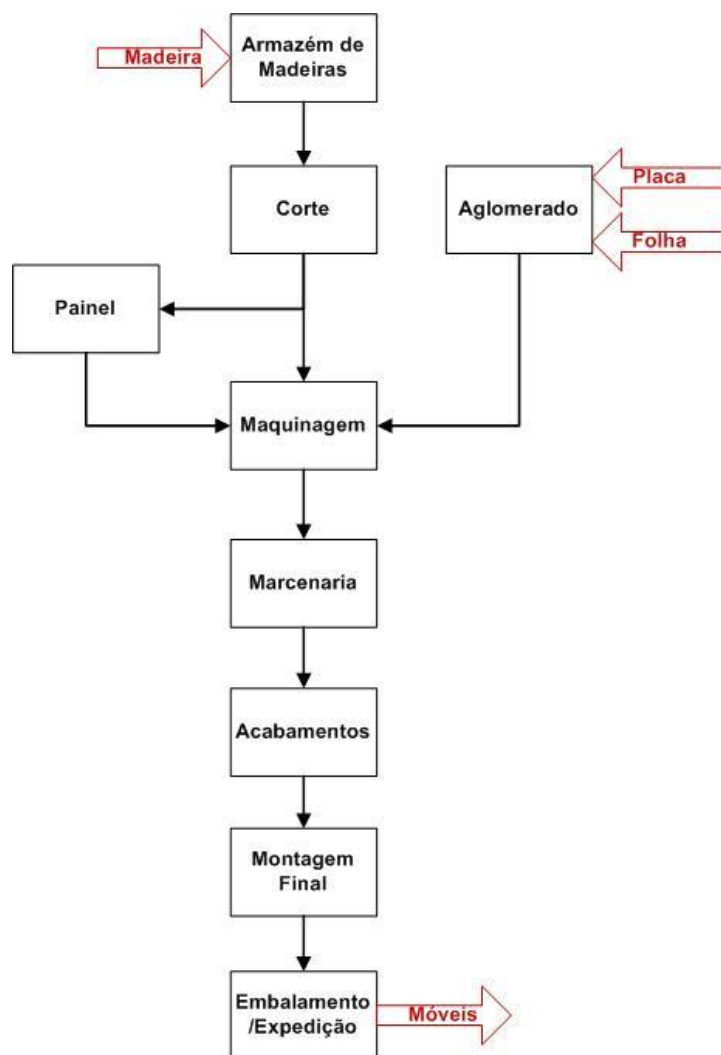
O fluxo produtivo tem início com a receção das principais matérias-primas, ou seja madeira, placa e folha. A Figura 9 pretende esquematizar o fluxo produtivo dos artigos produzidos ao longo da empresa.

A madeira antes de entrar no Armazém é devidamente inspecionada e identificada. No caso de esta não possuir os padrões de qualidade estipulados é então devolvida aos fornecedores. No Armazém, as tábuas de madeira são cortadas horizontalmente antes de seguirem para a secção de Corte. Aí, estas vão ser cortadas segundo as diferentes larguras e espessuras que serão necessárias para a produção dos diversos componentes. A madeira cortada é então agrupada de acordo com as diferentes dimensões e colocada em carros de transporte, que seguirão para a secção de Maquinagem. Contudo, existe também madeira que segue para a subsecção de Paineis, que como o próprio nome indica irá originar o subcomponente painel. Este seguirá para a Maquinagem, onde juntamente com a madeira cortada vai originar os vários componentes.

Na entrada da Maquinagem, fazem-se pequenos ajustes às medidas da madeira cortada e esta é separada conforme o componente que vai originar. Posteriormente, o operário faz lotes de madeira cortada para componentes iguais, e agrupa (num carro de transporte) lotes de componentes que vão sofrer o mesmo conjunto de operações. Por exemplo, no mesmo carro de transporte podem circular tampas da linha Oriente e da linha Brasil. Nesse carro, é adicionada a



ficha de acompanhamento que pode então ser de cor azul, branco, amarelo ou verde, consoante a semana que o produto necessita de ser terminado. Após terem sofrido todas operações de que precisavam, os componentes necessários para montar um móvel, são reunidos junto do posto denominado de entalhador. Nesse local, os carros aguardam que os marceneiros os venham buscar para posteriormente serem montados.



**Figura 9 – Representação do fluxo produtivo geral**

O aglomerado é o conjunto de placa e folha. Esta operação ocorre na secção de Aglomerado onde inicialmente é necessário cortar a placa e a folha com as medidas indicadas. Deste modo, num dos lados da secção efetua-se o corte da placa e no outro da folha. No entanto, é fundamental que no final deste processo as medidas da folha sejam iguais às da placa. Assim, o material cortado é colocado em carros que se encontram numerados, isto é, ao carro com o número 1 com placa cortada, está associado um outro carro com folha cortada numerado com o mesmo algarismo. A operação que se segue é juntar estes componentes. Para tal, na placa é adicionada cola e colocada a folha, onde através de uma prensa, estes materiais



ficam unidos dando então origem ao aglomerado. O aglomerado, segue depois para a secção de Maquinagem, onde juntamente com a madeira que vem da secção de Corte, vai originar alguns dos componentes dos móveis.

A próxima etapa é a Marcenaria, onde o objetivo é efetuar a montagem dos móveis propriamente dita, bem como os acabamentos em branco (exemplo lixagem). Nesta secção é onde se detetam os primeiros problemas a nível de qualidade. Da Marcenaria podem sair dois tipos de móvel: os móveis propriamente ditos e os modulares (móveis que permitem diferentes combinações entre eles). Estes são colocados em zonas distintas, consoante o tipo de artigo produzido, e aguardam pela preparação. Esta consiste essencialmente em identificar o produto com o tipo de acabamento final que vai receber.

A fase seguinte é o Acabamento, onde se praticam operações como aplicação de velatura, tapa poros, verniz, entre outras. Depois do acabamento, o produto segue para a Montagem Final, onde são colocadas alguns componentes como gavetas, portas, prateleiras e também as ferragens, vidros, entre outros.

Por fim, o móvel segue para o Embalamento. Ai, mediante o destino, este é embalado de diferentes formas. Por exemplo, se o produto tem como destino as lojas da empresa, este é embalado em filme. Posteriormente, os móveis são colocados na respetiva zona de carga, isto é, se a encomenda for para o mercado nacional vai para um local, caso contrário, vai para outro. Relativamente à logística, os produtos são enviados para os clientes através de transportadores contratados ou em transportes da própria empresa.

## **4.4 CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO ATUAL**

A partir da realização de observações e da análise de documentos, bem como a várias questões que foram sendo colocadas aos colaboradores, foi então possível descrever e analisar o modo de funcionamento das diferentes secções e efetuar um levantamento dos seus principais problemas.

### **4.4.1 Armazém de Madeiras**

O Armazém de Madeiras é o local onde se encontram armazenados os diferentes tipos de madeira utilizados na produção do mobiliário produzido pela empresa. Esta, optou por efetuar inventário, devido a esta matéria-prima possuir, por vezes, prazos de entrega ligeiramente



elevados, pela oferta de descontos de quantidade e/ou pelo custo de oportunidade (em determinadas alturas do ano o custo de aquisição é mais baixo).

Neste local, o controlo de inventário é efetuado visualmente. Sempre que uma determinada bitola de madeira atinge o nível mínimo pré-definido, é desencadeada uma encomenda desse material. A determinação das quantidades mínimas de cada encomenda é realizada recorrendo não só ao histórico de consumos da empresa, mas também com base na experiência de trabalho dos seus colaboradores.

Após realizada a encomenda de madeira, os fornecedores deslocam-se à empresa para efetuar a sua descarga no parque de madeiras. Depois de descarregada, um colaborador da AM verifica se o documento entregue pelo fornecedor corresponde à respetiva carga.

O passo que se segue é inspecionar os produtos que foram comprados. No entanto, como a madeira pode ser comprada em toro (troncos de madeira) ou em palete (conjunto de tábuas de madeira), o seu processo de inspeção é então diferente.

Quando a madeira é comprada em toro, um colaborador da AM Móveis desloca-se juntamente com o fornecedor até à serração. O objetivo consiste em cortar o toro conforme a cubicagem (comprimento, largura e espessura) acordada com o fornecedor. O toro, após ser cortado é colocado em paletes. De seguida, elabora-se um documento onde fica registada a espessura, o tipo de madeira e o número de paletes. Este documento, mais tarde será usado para que o colaborador da AM faça a verificação da madeira quando esta for descarregada na empresa. Se durante o processo de verificação (após descarregado na empresa) o produto não se encontrar dentro das conformidades estipuladas, é identificado com uma etiqueta vermelha e posteriormente devolvido ao fornecedor.

No caso da compra de madeira ser em palete, do lote de paletes é retirada uma amostra. O tamanho da amostra a retirar encontra-se devidamente tabelado, uma vez que varia em função do número de paletes que constitui um lote. De seguida é então realizada a cubicagem a essa amostra, onde os resultados ficam registados num documento denominado “Verificação Paletes Madeira – Receção”. Se o erro de cubicagem constante nesse documento for igual a 1% todo o lote é medido, mas no caso de ser superior a 1% o lote é rejeitado.

Os produtos que foram aprovados têm de ser devidamente identificados. Assim, nas paletes de madeira são colocadas etiquetas com a seguinte informação:

- N.º Paletes;

- Fornecedor;
- Cubicagem (comprimento, largura e espessura);
- Data (se a compra foi em toro: data de serragem, se a compra foi em palete: data de receção);
- Qualidade (classificação A, B ou C, ou seja, melhor, intermédia ou pior qualidade respetivamente).

Após serem devidamente inspecionadas e identificadas, as paletes de madeira já estão aptas para serem acondicionadas no Armazém. À medida que vão sendo transportadas para dentro do Armazém, estas vão sendo colocadas num espaço qualquer desse local, não existindo assim nenhuma regra de organização do material. Esse, tanto pode ser colocado num local de fácil acesso, como empilhado um em cima do outro, como se pode verificar na Figura 10. Contudo, é importante salientar que, para além de existirem diferentes tipos de madeira, cada uma possui uma determinada espessura (bitola), pois dependendo do tipo de componente que se pretende produzir, existem bitolas mais indicadas do que outras. Na Tabela 24 do Anexo F é possível consultar quais os tipos de madeira e respetivas espessuras utilizadas na AM Móveis.



**Figura 10 – Forma de arrumação das paletes de madeira**

Localizado na área do Armazém de Madeiras é possível encontrar o traçador horizontal. Embora a sua função seja de cortar as tábuas de madeira em relação ao comprimento e por isso se encontre adjudicado à secção de Corte, o seu operador realiza tarefas importantes para o funcionamento do Armazém. Uma das suas tarefas passa pelo auxílio na arrumação das paletes de madeira quando esta é descarregada. Este colaborador é ainda o responsável pelo abastecimento do seu posto de trabalho, bem como por efetuar a medição e registo da percentagem de humidade de cada paleta de madeira, recorrendo a um aparelho criado para esse efeito. Assim, sempre que um colaborador utilize uma tábua de uma paleta que vai ser



usada pela primeira vez, terá de medir a percentagem de humidade da madeira. Se os valores resultantes da medição se localizarem entre 7% e 13% são considerados aceitáveis, pois caso sejam detetados valores fora deste intervalo a madeira deverá ser rejeitada.

### **Identificação dos Principais Problemas**

O principal problema detetado no Armazém de Madeiras é o facto de a matéria-prima não estar devidamente organizada. Tal desorganização conduz a uma série de desperdícios, nomeadamente o de transporte, esperas e de movimentação, bem como conduz ao desaproveitamento da área de armazenagem.

O desperdício de movimentação está associado ao facto de inicialmente o colaborador colocar as paletes de madeira empilhadas. Ao arrumar as paletes desse modo, o operário, quando precisar, por exemplo, de uma madeira que se encontra no fundo da pilha, tem que retirar as que se encontram no topo, colocando-as eventualmente em cima de outras. Assim, o colaborador está a ter uma espécie de “retrabalho”, uma vez que se o armazém estivesse devidamente organizado, não teria de efetuar esta operação sempre que necessitasse de um tipo de madeira diferente.

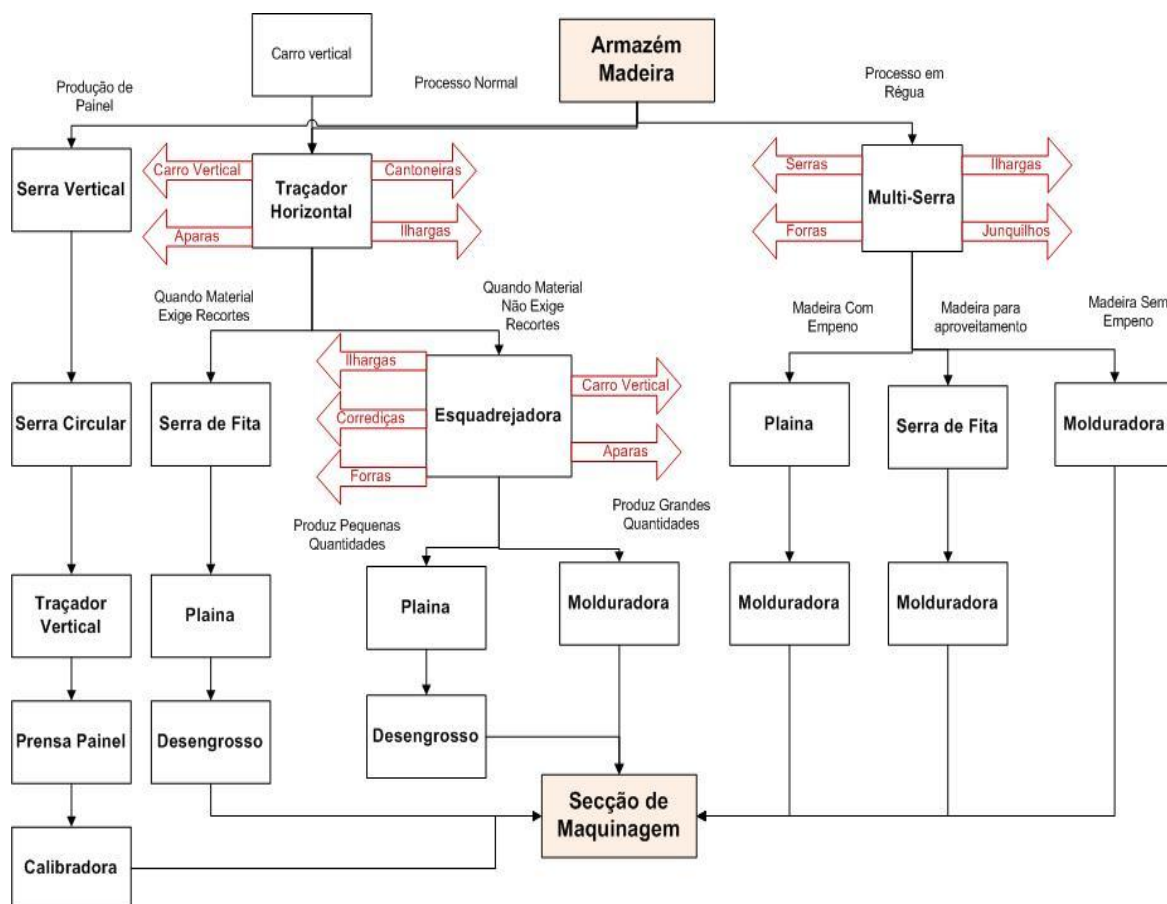
No caso dos desperdícios de movimentação e transporte, estes estão presentes no transporte das paletes de madeira dentro do armazém, que para serem movimentadas necessitam de um operário e do empilhador motorizado. Estes tipos de desperdícios ocorrem sobretudo quando a matéria-prima é deslocada de cima de uma palete para outra, ou para conseguir aceder a determinada bitola (espessura) de madeira, exista a necessidade de arrumar as que estão na frente. Logo, como este tipo de movimentações não acrescentam qualquer tipo de valor ao produto, são de facto uma forma de desperdício.

Por fim, é de salientar o tempo que o colaborador perde à procura do local onde se encontra a bitola de madeira pretendida, o que se traduz em movimentações desnecessárias, ou seja, desperdício de movimentação. No entanto, enquanto o operário está à procura da bitola, a máquina está parada, à espera que chegue material para processar, o que evidencia o desperdício de espera.

#### **4.4.2 Secção de Corte**

A secção de Corte é constituída por uma série de equipamentos, cuja finalidade é cortar e traçar as diferentes tábuas de madeira. Cada uma dessas máquinas é utilizada em diferentes fluxos produtivos. Assim, a Figura 11 pretende esquematizar os possíveis fluxos produtivos que

podem ocorrer na secção de Corte, onde as setas vermelhas indicam a madeira de desperdício gerada em cada posto de trabalho e que mais tarde poderá ser aproveitada para originar outros componentes.



**Figura 11 – Fluxo produtivo dentro da secção de Corte**

O fluxo produtivo tem início com a entrega das ordens de produção ao chefe desta secção. De seguida, o chefe de secção entrega ao colaborador do traçador horizontal e ao responsável pela produção de painel (primeiros postos de trabalho) as referidas ordens de produção.

Antes de iniciar o corte, o colaborador do traçador horizontal ordena as ordens de produção por tipo e espessura de madeira, ou seja, coloca em lotes diferentes as ordens de produção com o mesmo tipo e espessura de madeira. O operário recorre a esta estratégia, uma vez que é ele que se desloca ao Armazém para buscar a madeira de que necessita, tentando deste modo minimizar sucessivas movimentações até esse local.

Para realizar o abastecimento do seu posto de trabalho, o colaborador pode transportar a madeira de duas formas distintas. Se as quantidades a serem cortadas forem elevadas, o operário do traçador horizontal, vai buscar as paletes de madeira socorrendo-se do empilhador motorizado. No caso de ter de cortar pequenas quantidades, o operário do traçador horizontal, vai ao Armazém e transporta a tábua sem o auxílio de qualquer equipamento. No entanto, pode



acontecer que a bitola de madeira necessária esteja no final de uma pilha ou atrás de outras madeiras, sendo então necessário recorrer à ajuda do empilhador para remover as madeiras de cima ou da frente.

Neste posto de trabalho, cada tábua de madeira é medida, cortada nos comprimentos necessários e marcada. Essa marcação será a referência de corte do posto seguinte (esquadrejadora). A madeira já devidamente cortada, segundo a ordem de produção, é então colocada num carro de transporte que depois seguirá para a esquadrejadora. Contudo, existem componentes cujo formato exige recortes. Para tal, existem moldes que são colocados sobre a madeira para posteriormente serem desenhados os contornos, de forma a marcar o recorte desejado. Nestes casos, a madeira em vez de seguir para a esquadrejadora, vai diretamente para a serra de fita.

Quando se está a realizar a operação de corte no traçador, nem toda a madeira é gasta na totalidade, gerando as chamadas “pontas” ou “sobras”. Assim, de forma a minimizar os desperdícios resultantes deste processo, o operário efetua uma espécie de triagem, isto é, separa as “pontas” mediante as suas dimensões. Neste sentido, existem “sobras” que poderão ser utilizadas para produzir ilhargas de pequena dimensão e outras para conceber as cantoneiras, onde cada uma é colocada num carro de transporte diferente. Contudo, pode ainda acontecer sobrarem “pontas” com dimensões razoáveis, que mais tarde, podem ser aproveitadas para novas ordens de produção. Essas são colocadas dentro do carro criado para esse efeito (carro vertical) ou encostadas às paredes ou ainda às paletes de madeira mais próximas, conforme evidencia a Figura 12. No caso das aparas (resíduos), estas vão diretamente para o contentor da lenha, que mais tarde será vendida a outras indústrias que utilizam os restos de madeira como matéria-prima ou então para alimentar a caldeira existente na empresa. Assim, neste posto encontram-se sempre cinco tipos de carros: os utilizados para transportar material para ilhargas, outro para as cantoneiras e o das ordens de produção, bem como o das aparas/lenha e o carro vertical com a madeira que será utilizada novamente no traçador. Quando a paleta de madeira não é gasta na totalidade, as restantes tábuas são novamente transportadas para o Armazém e arrumadas num sítio qualquer desse espaço.



**Figura 12 – Carros de transporte no Traçador Horizontal**

A madeira vinda do traçador é novamente cortada, mas desta vez em relação à sua largura. Para tal, o operário da esquadrejadora utiliza as marcações da madeira efetuadas no posto anterior como referência.

Porém, deste processo também resultam desperdícios de madeira, que assim como no traçador, vão ser aproveitados para produzir outro tipo de componentes. Deste modo, para além do carro que transporta o material especificado na ordem de produção, existem outros quatro onde são arrumadas as “pontas”, conforme se pode ver na Figura 13. Num deles, seguem as “sobras” que vão servir para produzir ilhargas de pequena dimensão (como as ilhargas de gaveta), noutro as que serão aproveitadas para fazer as forras. Por fim, existe ainda um destinado ao material usado para corredeiras e o carro vertical onde são colocadas as “pontas” de maior dimensão. Nesse carro vertical, encontra-se madeira que mais tarde poderá ser aproveitada no traçador para originar novas ordens de produção. É importante referir, que o carro vertical só é enviado para junto do traçador horizontal, quando estiver completamente cheio. No caso das aparas, estas também são colocadas diretamente no contentor criado para esse efeito.



**Figura 13 – Carros de transporte junto à Esquadrejadora**





Depois de sair da esquadrejadora, mediante as quantidades que se vai produzir e a qualidade da madeira, os artigos podem seguir dois fluxos distintos. Por um lado, se a quantidade a produzir for pequena, da esquadrejadora segue para a plaina e depois para o desengrosso. Por outro lado, se forem quantidades elevadas e a madeira não estiver empenada, o material vai diretamente para a molduradora, caso contrário tem de passar primeiro na plaina para se retirar o empeno.

O ideal seria que todo o material fosse diretamente para a molduradora, já que esta faz tudo numa só passagem, enquanto no processo plaina/desengrosso a peça tem de ser virada quatro vezes, para alisar as quatro faces do componente. No entanto, atualmente à empresa só compensa passar grandes quantidades de material na molduradora, devido a esta possuir tempos de preparação elevados. Para além disso, tem de se garantir que o material que entra na molduradora não está empenado.

Porém, existe madeira que vai do Armazém diretamente para a multi-serra. Esta máquina é utilizada essencialmente para o chamado processo em régua, isto é, as peças saem todas com o mesmo comprimento mas poderão ter larguras diferentes. Este processo exige que a madeira que vá ser usada neste equipamento esteja já alinhada, ou seja, sem que umas pontas sejam mais largas do que outras. Este processo também vai gerar madeira, que mais tarde será aproveitada para conceber outro tipo de componentes: junquinhos, forras, serras e ilhargas de traseiro. Neste sentido, a Figura 14, pretende demonstrar os carros de transporte que se encontram junto deste posto de trabalho.



**Figura 14 – Carros de transporte junto à Multi Serra**

Dentro da secção de Corte, existe ainda uma subsecção denominada de secção de Painei. O painel é constituído por pequenas frações de madeira de espessuras mais reduzidas e que são



paralelamente coladas umas às outras, permitindo proceder à criação de componentes com larguras superiores à largura da tábua de madeira.

### **Identificação dos Principais Problemas**

Após a análise da secção de Corte, verificou-se que o traçador horizontal encontra-se localizado no Armazém de Madeiras, embora este esteja adjudicado à secção de Corte. Como consequência, os componentes vão percorrer uma maior distância para chegar aos postos de trabalho seguintes, originando assim o desperdício de transporte e movimentação. Ainda no traçador horizontal, as “pontas” de madeira de maiores dimensões são encostadas em qualquer lugar próximo ao posto de trabalho, como se pode verificar na Figura 15. Isto faz com que a área de trabalho esteja sempre desarrumada, o que gera perdas de tempo na procura das “sobras” de madeira que o operário sabe que já cortou, mas não tem a certeza do local exato onde as colocou. Para além disso, existe o risco de desperdício de matéria-prima. Por exemplo, se uma madeira já não é cortada há muito tempo, o operário não vai procurar se existem “pontas” ou “sobras” que possam ser aproveitadas, vai ao Armazém e traz uma nova tábua para cortar.



**Figura 15 – Área de trabalho do Traçador Horizontal**

Como foi referido, junto à esquadrejadora também existe um carro vertical onde são colocadas as “pontas” de madeira de maiores dimensões. Estas “sobras”, não são devidamente aproveitadas, dado que o carro vertical só é encaminhado para o posto anterior, quando já se encontra completamente cheio. Neste sentido, está a ocorrer desperdício de matéria-prima, visto que poderia existir algum componente que possuísse as dimensões dessas “sobras” e como tal, já não seria necessário cortar uma tábua de madeira nova. Para além disso, as “pontas” de madeira que são colocadas nesse carro não se encontram organizadas, gerando perdas de tempo na sua procura.



Outro ponto que é necessário melhorar, é o facto de existirem carros com material para aproveitamento e que se destinam a produzir o mesmo tipo de componente, como é o caso do carro com material para ilhargas existente no traçador e esquadrejadora. Isso traduz-se na ocupação de espaço desnecessário, dado que quer os carros verticais quer os das ilhargas possuem a mesma função.

Por fim, apresenta-se o caso da molduradora que não está a ser rentabilizada, uma vez que só é utilizada quando surgem elevadas quantidades de material para ser processado. Embora no processo plaina/desengrosso seja necessário passar o mesmo material quatro vezes, acaba por ser mais rápido fazê-lo nestes equipamentos, do que ter de preparar a molduradora para a próxima peça.

#### **4.4.3 Secção de Maquinagem**

A secção de Maquinagem é assim denominada, por ser constituída por inúmeras máquinas que realizam os mais diversos processos que permitem originar os diferentes componentes. Contudo, nesta secção existem uns equipamentos que devido às suas elevadas potencialidades, assumem um especial relevo, as máquinas CNC.

As CNCs são máquinas de controlo numérico, muito utilizadas para realizar operações que exigem um elevado nível de precisão. Este tipo de equipamento é capaz de executar uma sequência de operações complexas de forma autónoma, isto é, não necessitam da presença do operador a tempo inteiro. Pelo facto destes equipamentos serem muito rigorosos e precisos, são dos mais utilizados nesta secção, ou seja, quase todos os componentes produzidos têm a necessidade de passar por este posto de trabalho. A sua importância é tal, que as três máquinas existentes na empresa formam uma pequena secção, denominada de secção de CNC. Desta, fazem parte as duas CNCs que se encontram na Maquinagem e uma outra localizada na área da preparação dos modulares (devido à falta de espaço), bem como os seus programadores.

Sediado dentro da secção de Maquinagem, encontra-se ainda o Gabinete Técnico. Esta é a secção responsável por emitir todos os documentos que vão para a produção, tais como ordens de produção, fichas de acompanhamento ou etiquetas e os desenhos técnicos. Assim, para dar início ao fluxo produtivo geral, o Gabinete Técnico começa por entregar todos os documentos aos respetivos responsáveis de cada secção. No caso da secção de Maquinagem, existem dois locais onde são entregues as ordens de produção e respetivas etiquetas: colaborador do traçador vertical e o colaborador responsável pela produção das gavetas. As

ordens de produção são assim distribuídas, visto que a produção de gavetas é um processo muito específico e demorado.

O fluxo produtivo da secção de Maquinagem tem início com a receção dos materiais vindos do Corte e Aglomerado. Por um lado, o material que vem da secção de Aglomerado é colocado numa zona perto do entalhador, para ser devidamente cortado na esquadrejadora, enquanto o da secção de Corte é colocado junto do traçador vertical para ser separado.

A separação do material é elaborada pelo colaborador do traçador vertical. Este tem de separar a madeira que vem da secção de Corte, uma vez que esta se encontra agrupada pelas diferentes dimensões. Esta tarefa tem de ocorrer, pois para produzir um determinado componente pode ser necessário madeira de diferentes tamanhos. À medida que o colaborador vai separando a madeira cortada, faz pequenos ajustes às suas dimensões. Depois, coloca a madeira com os ajustes em carros de transporte, agrupando-as por tipo de componente ou por conjunto de operações semelhantes. Isto significa, que os componentes necessários para o mesmo móvel se vão encontrar espalhados um pouco por toda a secção, e que no mesmo carro podem circular componentes iguais mas para móveis diferentes. Por exemplo, no mesmo carro de transporte podem circular tampos da linha Oriente e da linha Brasil. O facto dos componentes para o mesmo produto se encontrarem divididos por diferentes carros de transporte, vai implicar que junto de cada posto de trabalho se acumule algumas quantidades de WIP, conforme ilustra a Figura 16.



**Figura 16 – Vista parcial da secção de Maquinagem**



Depois de o material ser separado, o próximo passo consiste em colocar nos carros de transporte, as respetivas fichas de acompanhamento e a capa com os desenhos técnicos. Posteriormente, os carros são então encaminhados para os diversos postos de trabalho da secção de Maquinagem. Esses podem envolver não só o recurso a máquinas, mas também operações de carácter manual como o caso da pré-montagem e entalhador.

Na pré-montagem, como o próprio nome indica, realiza-se a montagem de alguns dos componentes produzidos de modo a formar conjuntos que também serão inseridos no produto final. Neste sentido, existem componentes que podem ser aplicados diretamente no móvel, enquanto outros são utilizados para originar os conjuntos. A Figura 17 pretende representar, de forma simples, a montagem genérica de um móvel, identificando quais são os conjuntos e os respetivos componentes que o compõem.

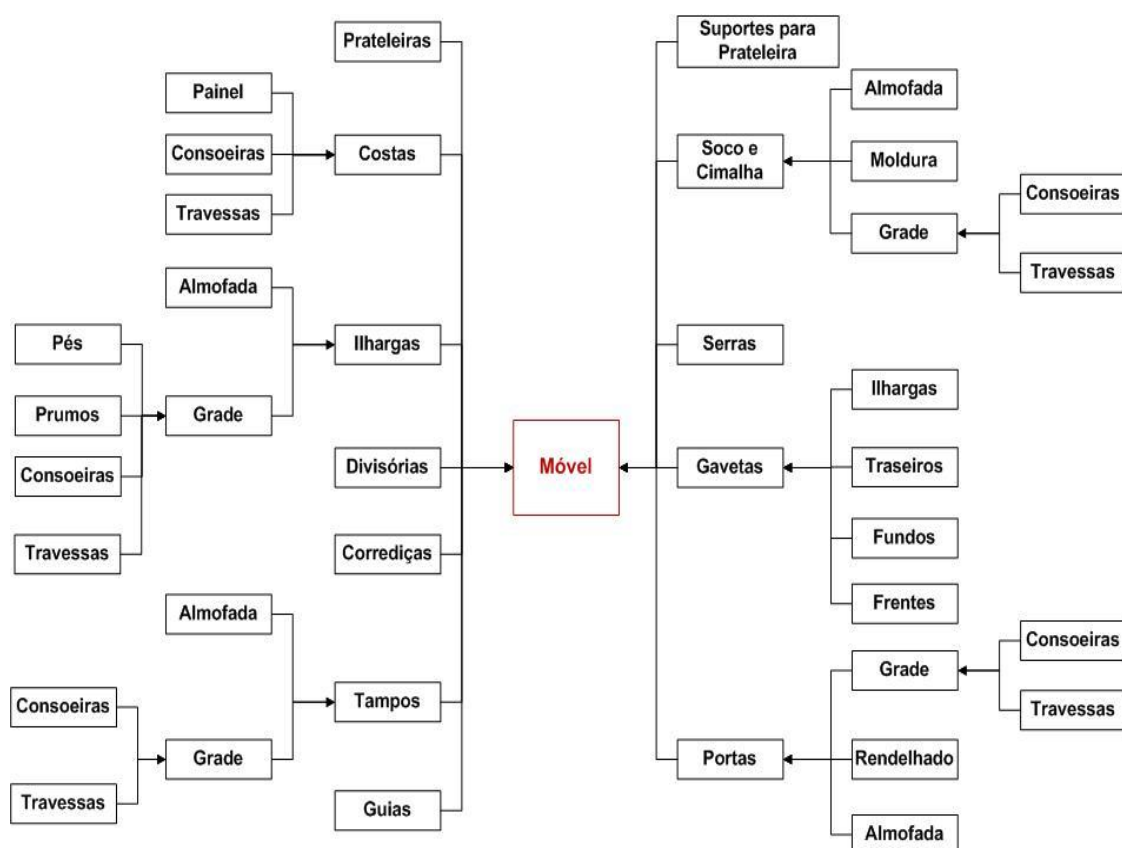


Figura 17 – Montagem genérica de um móvel

Relativamente ao entalhador, este é o último posto por onde podem passar os componentes ou os conjuntos, uma vez que consoante o tipo e o modelo de móvel que se pretende produzir, o conjunto de operações necessárias difere. É ainda importante mencionar o facto de um componente poder passar mais do que uma vez no mesmo centro de trabalho, o que evidencia a existência de fluxos inversos.

Os componentes, após passarem pelos diversos postos de trabalho desta secção, são colocados numa zona próxima da secção de Marcenaria. Nesse local, ficam a aguardar que o marceneiro os venha buscar, para dar início ao seu processo de montagem. Contudo, verifica-se que por vezes, quando o marceneiro vem buscar o carro, nem todos os componentes necessários para o mesmo móvel, se encontram nesse local.

### **Identificação dos Principais Problemas**

A secção de Maquinagem é vista como a mais problemática. Esta classificação deve-se sobretudo aos diferentes fluxos produtivos proporcionados pela elevada variedade de artigos que são produzidos, podendo assim conduzir a diferentes tipos de desperdícios.

O primeiro desperdício que salta logo à vista é o de inventário, visto ser totalmente visível várias quantidades de WIP entre os diferentes postos de trabalho, como ilustra a Figura 18. Neste sentido, a presença de WIP gera outro tipo de desperdícios como o de transporte, defeitos e movimentações. No caso dos defeitos, estes na maioria das vezes apenas, são detetados na secção seguinte (Marcenaria). Assim, isto vai obrigar que o móvel fique parado à espera que se fabrique um novo componente ou que se concerte o existente.



**Figura 18 – WIP à entrada da secção de Maquinagem**

Os desperdícios que se seguem são o de transporte e de movimento, fruto dos fluxos inversos que ocorrem ao longo do sistema produtivo, ou para contornar o WIP existente. Estes são vistos como uma forma de desperdício, uma vez que existem movimentações tanto de pessoas como de materiais, que não agregam valor ao produto.

Outro aspeto a realçar é o facto dos componentes para o mesmo produto se encontrarem espalhados um pouco por toda a secção, o que evidencia uma falta de organização. Esta falta de



organização pode ser a responsável pela maioria dos problemas que vão surgindo diariamente como:

- As grandes quantidades de WIP presentes em cada posto de trabalho;
- A perda de tempo na procura dos diversos componentes do mesmo produto, por parte do chefe de secção de Marcenaria, para montar o móvel;
- A ausência de alguns componentes para montar um móvel, isto é, depois de se juntar todos os componentes, o chefe dos Marceneiros nota que falta determinados componentes para proceder à sua montagem. Como consequência é necessário manda-los produzir, podendo atrasar a entrega do produto;
- Carros de transporte que ficam esquecidos ou perdidos, resultando no desperdício de matéria-prima, pois se no final é necessário aquele componente e ele não aparece, este tem de ser novamente produzido. Esta situação pode ocorrer, devido aos colaboradores nem sempre saberem qual é o posto seguinte e assim podem enviar o carro para o local errado, acabando então por ficar lá esquecido;
- A presença de uma área dedicada aos componentes que vão sendo terminados na secção de Maquinagem, traduz-se em grandes quantidades WIP e espaço ocupado. A criação desta zona, deve-se ao facto de existirem componentes que são processados mais rapidamente que outros, ou seja, não têm tantas operações e por isso tem de aguardar pelos restantes, para que o móvel possa ser montado.

O colaborador do traçador vertical, ao efetuar uma triagem da madeira que vem da secção de Corte, separando-a posteriormente por tipo de componente está, de certo modo, a influenciar o *lead time*. Esta influência sobre o *lead time*, deve-se ao facto de que para que o colaborador possa começar a separar os componentes, tem necessariamente de esperar que a secção de Corte lhe entregue toda a madeira especificada no plano de produção. Assim, a empresa em vez de realizar a produção de pequenos lotes agrupados por tipo de móvel, na realidade tem de lidar com um lote muito maior (conteúdo total do plano de produção), que é constituído por vários produtos diferentes. Neste sentido, o tempo de entrega vai ser mais elevado, dado que para processar lotes maiores é necessário mais tempo.

A separação do material pode ainda ser propícia para que ocorram defeitos, dado que não existe nenhum mecanismo que evite que o colaborador atribua um tipo de material que deveria

ser usado para produzir um outro componente. Por exemplo, adjudicar a madeira de cerejeira cortada a uma travessa que deveria ser de carvalho.

Por fim, na secção de Maquinagem verificou-se que os componentes que aí circulam possuem as mais variadas dimensões, chegando um componente do mesmo tipo variar em apenas 1 milímetro. Estas pequenas variações resultam na existência de mais desenhos técnicos e ter de alterar ou mesmo criar novos programas para as CNCs, bem como preparar as máquinas devido a valores, em certos, casos insignificantes.

Dentro da secção da Maquinagem, encontra-se ainda a secção de CNC. Nesta é possível identificar alguns problemas associados a estas máquinas. Para começar, face a elevada variedade de artigos produzidos em quantidades extremamente pequenas, estes equipamentos têm a necessidade de trocar constantemente as suas ferramentas. O problema que aqui se coloca, é o facto de estas máquinas possuírem tempos de preparação elevados. Isto pode ser um dos motivos que leva a que os seus operadores tenham, grande parte das vezes, a necessidade de efetuar horas extraordinárias para conseguir cumprir o plano semanal estipulado. Além dos tempos de preparação serem elevados, estes são muito variáveis. Esta variabilidade ocorre independentemente do tipo de componente ou linha de produto, ou seja, tempo de preparação para um mesmo componente pode ser diferente consoante o momento em que essa preparação é realizada. Tal variação pode dever-se, por exemplo, à ausência de um método de trabalho para aquele equipamento, isto é, cada operador usa métodos diferentes para fazer o mesmo tipo de operações, o que se reflete nos tempos de preparação da máquina.

As CNCs são máquinas de grandes dimensões e que acumulam grandes quantidades de resíduos ao longo do dia, precisando assim de mais tempo para realizar a sua limpeza. Esse, é um processo demorado e realizado pelo próprio operador, o que se traduz em tempos improdutivos, ou seja, períodos em que a máquina poderia estar a trabalhar e está parada para se efetuar a limpeza.

Para finalizar, o facto da terceira CNC se encontrar localizada na área de preparação dos modulares, implica que o material que vai ser processado naquele equipamento, no final tenha percorrido uma distância maior. Neste caso, mais uma vez está-se perante o desperdício de transporte.





#### **4.4.4 Secção de Marcenaria**

A secção de Marcenaria é caracterizada por uma forte presença de mão-de-obra, dado que é neste local que os componentes sofrem os acabamentos em branco, sendo depois montados. As máquinas aqui existentes são apenas as lixadeiras manuais, berbequins para aparafusar os parafusos, pistolas de pregos, um esmeril para afiar as ferramentas, uma lixadeira de Patim pequena e uma prensa para caixotes.

Cada posto de trabalho desta secção, é constituído por um banco de marceneiro e um carro que contém todas as ferramentas e material utilizado durante o processo de acabamento e/ou montagem do móvel. A cada posto está associado um colaborador, que por estar nesta secção designa-se de marceneiro.

Ao contrário das restantes secções em que o componente tem de seguir uma sequência de operações, passando por isso de posto em posto, na secção de Marcenaria isso não acontece. Cada conjunto de componentes que chega é entregue a um colaborador, isto é, cada marceneiro é responsável pelos acabamentos e montagem de um móvel. Neste sentido, nesta secção podem ser montados um total de dez móveis de cada vez.

Embora, cada marceneiro seja responsável pelo processo de acabamento em branco/montagem de um móvel, não lhe cabe a ele ir buscar os componentes. Essa é uma tarefa delegada ao chefe de secção. Assim, este desloca-se ao local onde se encontram os carros com os componentes. Aí, vai agrupar os diferentes componentes para o mesmo móvel, entregando-os depois a um dos colaboradores. Esses vão então pegar nos componentes e dar início aos acabamentos em branco, que consistem essencialmente na lixagem.

De seguida, o marceneiro começa a montar o móvel, de acordo com o desenho técnico, onde durante este processo é necessário a colocação da ferragem funcional. Uma parte das ferragens usadas pelos marceneiros, como por exemplo pregos, parafusos e buchas, estão situadas no carro de ferramentas, enquanto as restantes encontram-se armazenadas na casa da ferragem. Esta, em vez de se localizar na secção de Marcenaria, está situada em dois locais diferentes na secção de Maquinagem. Para se fazer a distinção onde se localizavam os materiais, a um sítio atribui-se o nome de casa de ferragem 1 e ao outro, casa de ferragem 2. Contudo, à medida que os marceneiros vão gastando as ferragens, não são eles próprios que executam o seu abastecimento. Sempre que precisam de reabastecer ou então de uma ferragem que não está no carro, informam o seu chefe de secção que se encarrega de ir buscar a



ferragem pedida. As únicas exceções existentes a esta regra são o reabastecer da cola e das buchas.

Para conseguir controlar o inventário de ferragem, sempre que alguma é retirada do armazém, o chefe de secção tem de anotar a quantidade e tipo de ferragem que saiu. Posteriormente, no final de cada mês, uma pessoa do escritório recolhe as folhas e dá entrada no PHC, do material que saiu das casas da ferragem. Para saberem quando e que quantidade é que é necessário encomendar de ferragem, a empresa baseia-se na experiência dos seus colaboradores. Isto significa, que quando estes veem que determinada ferragem atingiu uma certa quantidade é que efetuam a sua encomenda.

Após o móvel estar devidamente montado é então transportado até a preparação. Nesse local, fica a aguardar pela identificação do acabamento e/ou pelo carimbo que garante que o produto foi fabricado na AM Móveis.

### **Identificação dos Principais Problemas**

Um dos problemas detetados na secção de Marcenaria, está relacionado com a casa das ferragens e na forma como os seus stocks são geridos, podendo assim, ser encontrados alguns dos desperdícios de referidos por Ohno. Em torno deste local, podem ser identificados desperdícios de movimentação, esperas e inventário.

O desperdício de movimentação está presente nas deslocações até às casas da ferragem. Para começar, este local não se encontra dentro da secção de Marcenaria, o que implica que o chefe de secção tenha de percorrer uma distância maior sempre que precisa de ir buscar uma ferragem. Depois, as ferragens não se encontram todas no mesmo local, o que significa que o responsável pode ir até à casa da ferragem 1 e o material pretendido encontrar-se na casa da ferragem 2. Para além disso, estes armazéns não se encontram devidamente organizados, isto é, a ferragem não possui lugares próprios e nem se quer está devidamente identificada. Como consequência, o chefe de secção perde algum tempo na procura da ferragem necessária, movimentando-se para frente e para trás até conseguir localiza-la.

No caso das esperas, estas ocorrem quando os marceneiros necessitam das ferragens para aplicar no móvel e estas ainda não se encontram disponíveis. Assim, quando é necessário reabastecer um posto e o chefe de secção não se apercebeu, o marceneiro tem de informar o seu superior e esperar que este vá buscar a ferragem pretendida.



No caso do desperdício de inventário, este advém da forma como os inventários são geridos. Como as quantidades são encomendadas com base na experiência dos seus colaboradores, na maioria das vezes, são encomendados volumes maiores do que os que são realmente necessários. Isto, ainda pode conduzir ao desperdício de material, dado que móveis de diferentes modelos requerem diferentes ferragens. Como tal, quando se deixarem de produzir esses modelos, essas ferragens vão ficar obsoletas, deixando então de ser necessárias. Esta situação traduz-se em espaço ocupado e dinheiro despendido superfluamente.

Relacionado ainda com as encomendas das ferragens, apresenta-se o facto de estas serem realizadas por diversas pessoas. O problema que aqui se coloca está relacionado com a nomenclatura do material, uma vez que pessoas diferentes, por vezes, atribuem nomes diferentes ao mesmo artigo. Como consequência, no sistema informático vão surgir códigos diferentes para o mesmo artigo. Como tal, o responsável pelo lançamento das saídas de material no sistema informático, poderá estar a executar saída do mesmo artigo várias vezes. Deste modo, a contabilização das saídas de material é imprecisa e irrealista. É ainda importante mencionar que uma grande parte dos códigos atribuídos às ferragens são os códigos dos fornecedores. Esta forma de nomenclatura, não é a mais indicada, visto que uma ferragem pode ser comprada a vários fornecedores, contribuindo também para a existência de códigos diferentes para o mesmo artigo.

Um outro fator que também dificulta o controlo de stocks, ocorre na fase em que o colaborador anota as quantidades de material que saem do armazém. Neste caso, o colaborador nem sempre regista as quantidades que saem ou então anota-as de forma imprecisa. Por exemplo, sempre que se abastece os marceneiros com parafusos, em vez de mencionar que foram consumidos 1000 parafusos ou 1 caixa de 1000 parafusos, apenas é referido que foi gasto uma caixa. Como as quantidades de cada caixa variam de fornecedor para fornecedor, fica-se sem saber ao certo quantos parafusos foram consumidos naquele mês.

Mediante algumas observações efetuadas a esta secção, foi ainda possível perceber que os marceneiros nem sempre realizam a montagem do produto junto do seu local de trabalho (banco). Esta situação pode ocorrer, devido aos móveis, que têm de ser montados, possuírem grandes dimensões forçando o marceneiro a ocupar uma área de trabalho que não era a dele. Neste sentido, vai obrigar que o seu colega se desloque para outro local para poder realizar a montagem do produto. Como consequência o marceneiro vai realizar várias deslocações. Primeiro, para transportar todos os componentes que fazem parte do móvel e depois para ir

buscar as várias ferramentas e ferragens necessárias ao processo de montagem. Neste caso, mais uma vez está-se perante os desperdícios de transporte e movimentação.

Para finalizar, é na secção de marcenaria que é detetada uma grande parte dos defeitos, que tiveram a origem nas secções precedentes. No entanto, a postura por parte dos marceneiros fica-se apenas por encontrar uma solução imediata para o problema, sendo que às vezes esse nem se quer é reportado aos superiores. Neste sentido, não se está a procurar eliminar a causa do problema, mas sim numa solução rápida e imediata para o resolver. Ao proceder desta forma, os defeitos nunca deixarão de continuar a ocorrer.

#### **4.4.5 Montagem Final**

Os móveis depois de montados na secção de Marcenaria seguem para a secção de Acabamento. Ai, vai ser necessário retirar alguma ferragem colocada (para não oxidar), bem como remover alguns dos componentes anteriormente colocados. Este processo de desmontagem ocorre, não só para facilitar e melhorar a qualidade do acabamento, mas também porque podem existir componentes para o mesmo produto, que necessitam de acabamentos diferentes. Por esta razão, após saírem da secção de Acabamento, existe a Montagem Final.

Na Montagem Final, como o próprio nome indica, realiza-se a última montagem dos produtos. Este é o local onde o móvel vai sofrer as últimas operações antes de ser embalado e expedido para o cliente. Aqui, para além de serem colocados os componentes anteriormente removidos, procede-se ainda à aplicação dos vidros e também da ferragem decorativa, como puxadores, asas, escudetes, chaves, entre outras.

Todas as ferragens encontram-se armazenadas num armário localizado dentro desta secção. Assim, sempre que seja necessário aplicar a ferragem, os colaboradores deslocam-se até ao armário e procuram o material que precisam, não existindo nenhum documento onde conste a quantidade que foi retirada. Deste modo, não existe qualquer forma de controlo do inventário deste tipo de material. As encomendas são efetuadas com base na experiência dos colaboradores, que informam o chefe de secção que determinado material já possui pouca quantidade ou, em casos mais excecionais, que acabaram de gastar a última peça. Posteriormente, o chefe de secção procede à sua encomenda, sendo as quantidades a encomendar por ele estimadas.

Durante a fase de montagem do móvel, verifica-se ainda a qualidade do produto quer ao nível do acabamento como ao nível das quantidades de componentes, como por exemplo se o



número de paus existente corresponde à mesma quantidade de prateleiras. O móvel, após estar devidamente montado, é então embalado e temporariamente armazenado até ser expedido para o cliente.

### **Identificação dos Principais Problemas**

Na secção de Montagem Final, os grandes problemas existentes, giram em torno das ferragens decorativas. A forma como estas são geridas e utilizadas, conduzem a diferentes tipos de desperdícios ou a situações que acrescentam custos para a empresa.

Para começar, quando um colaborador tem de aplicar a ferragem decorativa num móvel, este não possui qualquer documento que indique a quantidade e o tipo de ferragem que o produto vai gastar. Assim, ou o colaborador já memorizou essa informação, devido ao número de vezes que teve de fazer esse produto, ou então precisa de consultar o catálogo para verificar as quantidades e tipo de ferragem que terá de colocar. Este método de trabalho propicia a ocorrência de defeitos, pois existem ferragens muito parecidas com outras, ou que apenas diferem no acabamento ou dimensões. Neste sentido, face a enorme variedade de produtos existentes na empresa, o colaborador pode facilmente confundir o tipo de ferragem ou então o produto ser customizado e como tal não constar no catálogo fotográfico. Outra situação que pode ainda ocorrer é a fotografia não ser suficientemente esclarecedora, dado que nesta não é possível identificar o tamanho da ferragem ou então parecer que tem um acabamento e na realidade possuir outro.

Relativamente à organização das ferragens, estas encontram-se dispostas num armário composto por inúmeras gavetas, conforme ilustra a Figura 19. Cada gaveta está identificada com uma ou mais etiquetas, uma vez que no seu interior podem ser colocadas diferentes ferragens. Para os colaboradores conseguirem localizar as ferragens, as etiquetas apresentam uma pequena fotografia. O problema aqui presente está associado ao tempo que os colaboradores perdem à procura da ferragem pretendida. Primeiro, o colaborador tem de encontrar a ferragem, e devido ao tamanho da foto, necessita de olhar para cada gaveta com especial atenção. Após encontrar a gaveta, se dentro desta existir mais do que um tipo de ferragem, o colaborador tem de garantir que pegou na ferragem correta. Isto também resulta em sucessivas movimentações por parte dos colaboradores.



**Figura 19 – Local de armazenamento das ferragens decorativas**

Um outro problema relacionado com a ferragem decorativa é na forma como são geridos os seus inventários. Estes, ao serem controlados visualmente, resultam tanto em situações de rutura ou como de excesso de material. No caso da rutura, para além do móvel ter de aguardar pela chegada da ferragem, pode originar um custo adicional para a empresa. Esse custo está relacionado na procura de um fornecedor que possua o material pretendido e que poderá cobrar um preço superior ao habitualmente pago. Pode ainda acontecer, que o fornecedor não possa se deslocar à empresa, tendo esta que disponibilizar um funcionário para ir buscar o material. Por outro lado, no extremo oposto está o excesso de inventário e que constitui um desperdício. Ao possuir elevadas quantidades em inventário, a empresa arrisca-se a ficar com ferragens obsoletas, visto que móveis diferentes necessitam de ferragens diferentes. Esta situação traduz-se em espaço ocupado e capital perdido.

## **4.5 SÍNTESE DE PROBLEMAS DETETADOS**

Ao longo do subcapítulo 4.4, foram identificados vários problemas existentes nas secções analisadas. Na Tabela 1 pretende-se resumir todos os problemas que foram detetados nas diferentes secções da empresa. Entendeu-se que seria relevante medir o impacto que cada problema teria nas secções em que ocorre e nesse sentido foi criado um indicador quantitativo. Assim, numa escala de 1 a 5, os problemas identificados com o valor 1 serão os menos significativos, enquanto os identificados com o número 5 foram considerados como sendo os mais graves.



Tabela 1 – Síntese dos problemas detetados

Problemas Detetados	Armazém de Madeiras	Corte	Maquinagem	Marcenaria	Montagem Final
Desperdício de Transporte	4	3	4	4	-
Desperdício de Esperas	1	-	3	3	-
Desperdício de Movimentação	4	3	4	4	4
Desperdício de Inventário	-	5	5	3	3
Desperdício de Defeitos	-	-	4	5	1
Desperdícios de matéria-prima	-	3	2	2	2
Perda de tempo na procura de material	5	2	3	4	5
Desaproveitamento do espaço	4	2	4	2	-
Tempos de preparação elevados	-	3	5	-	-
Tempos de limpeza elevados	-	-	3	-	-
Perda de material durante o processo	-	-	2	-	-
Desorganização	5	-	5	4	4
Dimensões de material muito variável	1	-	1	-	-
Variação no método de trabalho	-	-	3	-	-
Equipamentos localizados em outras secções	-	4	1	-	-

De acordo com Tabela 1, é possível verificar que problemas como a perda de tempo na procura de material e a movimentação dos colaboradores são comuns a todas as secções. No entanto, o seu impacto sobre a produção pode ser mais ou menos grave dependendo da secção onde ocorrem. Embora a desorganização não se manifeste na secção de Corte, este pode ser considerado como sendo o problema mais grave de todos, visto que nas secções onde ocorre atinge sempre os valores mais elevados da escala (4 ou 5). A quantificação do impacto de cada problema baseou-se na percepção do autor.

A Tabela 1 demonstra ainda que de todas as secções analisadas, a Maquinagem é aquela que apresenta o maior número de problemas. Por esta razão, pode-se dizer que a Maquinagem é o sector mais problemático da empresa.





## 5 PROPOSTAS DE MELHORIA

Após realizada a descrição e análise das diferentes secções produtivas da empresa, foi elaborado um estudo, de onde resultaram propostas que visam melhorar alguns dos problemas identificados no capítulo 4. Essas propostas tiveram como base o pensamento *Lean* e as suas ferramentas, e podem ser consultadas ao longo do presente capítulo.

### 5.1 ARMAZÉM DE MADEIRAS

Segundo a análise elaborada no capítulo 4, os maiores problemas detetados no Armazém de Madeiras, estão relacionados com falta de organização da matéria-prima. Neste sentido, para melhorar a sua organização propõe-se a aplicação da metodologia 5S. De acordo com esta metodologia, o primeiro passo consiste em separar os itens que de facto devem permanecer naquele local dos restantes.

Mediante uma análise ao Armazém, verificou-se que sendo o traçador horizontal, uma máquina utilizada para o corte, não fazia sentido esta encontrar-se naquele lugar. Este posto, localiza-se na entrada do Armazém e ocupa uma área de trabalho de cerca de 38,9 m<sup>2</sup>, que poderiam ser usados para a arrumação de algumas paletes de madeira. Deste modo, sugere-se que este equipamento passe para a secção de Corte, para libertar espaço e também para estar mais perto dos postos de trabalho que o traçador alimenta.

Outro ponto averiguado durante a análise ao Armazém foi a existência de uma espécie de parede em chapa, que conforme é demonstrado na Figura 20 não tem qualquer finalidade, dado que do outro lado também é colocada madeira. Como tal, esta parede deverá deixar de existir, visto apenas estar a limitar o espaço existente.

Para finalizar a aplicação da primeira etapa dos 5S's, propõe-se que a estante onde é colocado o material que vai ser utilizado para produzir painel seja transferida para junto dessa subsecção. Esta ação conduz a mais uma libertação de espaço, o que possibilita arrumar uma maior quantidade de madeira e ainda minimiza as deslocações do colaborador, sempre que este vai buscar esse material.





**Figura 20 – Parede divisória dentro do Armazém de Madeiras**

O próximo passo do método passa pela organização de todo o material que permaneceu no Armazém, neste caso a madeira. Visto que a empresa possui uma enorme variedade de tipos de madeira, elaborou-se uma análise ABC (*Activity Based Costing*). Esta teve como principal objetivo, identificar as madeiras mais utilizadas, para que posteriormente sejam estabelecidos os lugares mais apropriados para cada uma, ou seja, organizar.

Os resultados dessa análise podem ser consultados no Anexo G. Estes, mostram que de um universo de 51 tipos de madeira existentes, apenas 43 foram utilizadas ao longo do último ano. No entanto, dessas 43 madeiras, nem todas são consumidas nas mesmas proporções. De acordo com a classificação ABC, existe apenas 10 tipos de madeira pertencente à classe A e 6 à classe B, conforme é apresentado na Tabela 2. Assim, conclui-se que estas são as madeiras cujo inventário é renovado com uma maior frequência, já que são consumidas numa proporção bastante superior às restantes.

Perante estes resultados, e aproveitando o espaço libertado com a mudança do traçador para a secção de Corte, propõe-se que os artigos pertencentes às classes A e B, sejam arrumados o mais próximo possível da entrada do Armazém. Deste modo, reduz-se a distância percorrida pelo colaborador do traçador horizontal, durante o período de abastecimento do seu posto.

Face ao Armazém apresentar uma geometria bastante particular, foi necessário estudar a melhor forma para arrumar as madeiras, uma vez que o comprimento de cada palete varia conforme o tipo e a espessura da madeira. Para além disso, também foi preciso ter atenção que para remover as paletes de madeira, tem de se recorrer ao auxílio do empilhador. Como tal, foi

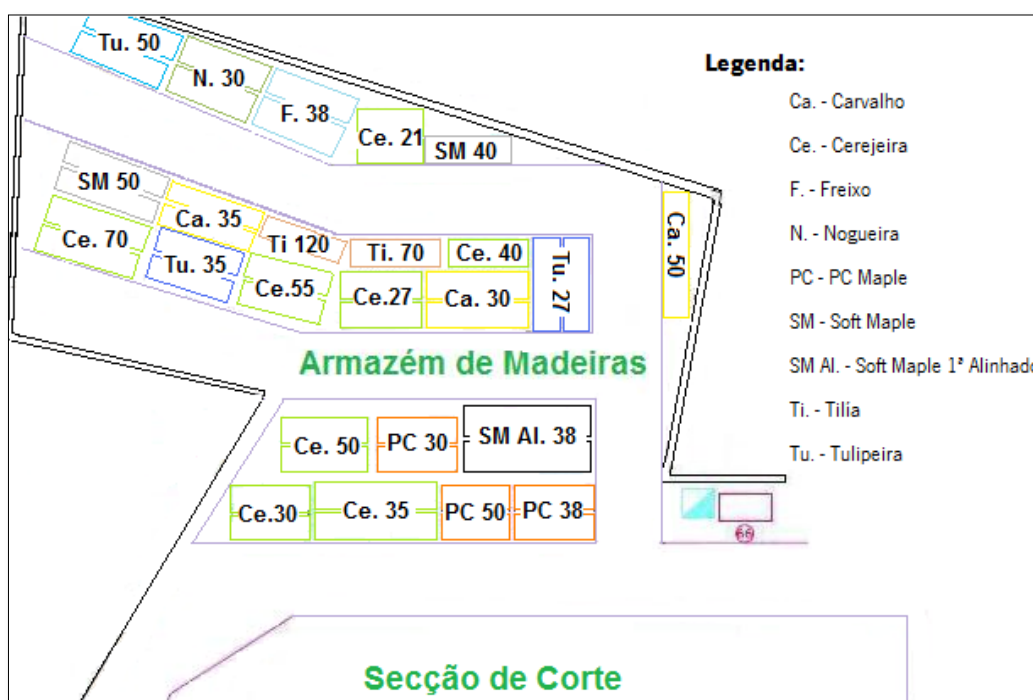


necessário idealizar corredores de acesso à matéria-prima, garantindo que estes possuem o espaço suficiente para que o empilhador circule e realize as diversas manobras nas melhores condições. Para isso, foram projetadas diversas configurações espaciais tentando assim chegar aquela que facultasse um melhor aproveitamento do espaço. Essa encontra-se representada na Figura 21 e permite alocar cerca de 97% do total das madeiras utilizadas. Relativamente às restantes, como o seu consumo é praticamente desprezível, estas podem perfeitamente ser arrumadas no parque de madeiras exterior (ar livre) ou então dentro da estufa, visto esta se encontrar inativa.

**Tabela 2 – Principais madeiras segundo a classificação ABC**

<b>Tipo de madeira</b>	<b>Espessura (mm)</b>	<b>Classificação ABC</b>
Cerejeira	30	A
Cerejeira	35	A
PC Maple	50	A
PC Maple	38	A
Soft Maple 1 <sup>a</sup>	38	A
Alinhada	30	A
PC Maple	50	A
Cerejeira	27	A
Cerejeira	27	A
Tulipeira	30	A
Carvalho	55	B
Cerejeira	35	B
Tulipeira	21	B
Cerejeira	50	B
Soft Maple	70	B
Cerejeira	35	B
Carvalho		B

Para finalizar a aplicação do método, durante a fase de normalização sugere-se que o chão do Armazém seja pintado de acordo com a representação da Figura 21. Este deverá incluir não só a delimitação dos corredores de acesso às matérias-primas, mas também ter indicadas as áreas onde vão ser colocadas os diferentes tipos de madeira, associando a cada tipo de madeira uma cor. Por exemplo, todas as áreas de cor verde, corresponderão à madeira de cerejeira, enquanto as amarelas serão para o carvalho. No entanto, como o mesmo tipo de madeira possui diferentes espessuras, aconselha-se a colocação de uma espécie de placa ou etiqueta, que indique o tipo e espessura daquela madeira. Contudo, é igualmente importante sinalizar todas as zonas de acesso aos quadros elétricos e de água, bocas-de-incêndio, portas e outras passagens.



**Figura 21 – Implementação proposta para o Armazém de Madeiras**

Ainda durante esta fase deverão ser estabelecidas normas e regras de arrumação para que o local se mantenha limpo e organizado. De seguida são sugeridas algumas regras, que sendo aplicadas, podem auxiliar a manutenção da organização do Armazém.

- As madeiras de diferentes tipos ou espessuras nunca deverão ser empilhadas em cima de outras;
- Todas as “pontas” ou “sobras”, que sendo de grandes dimensões não cabem dentro do carro vertical, deverão ser colocadas na área de onde foram retiradas as paletes;
- Todo o material de aproveitamento deverá ser arrumado no respetivo carro;
- Após utilizada a palete de madeira, esta deverá ser arrumada no respetivo lugar do Armazém;
- As paletes não deverão obstruir as zonas de acesso aos quadros elétricos e de água, bocas-de-incêndio, armário com equipamentos de manutenção e a porta de entrada para a caldeira.

## 5.2 SECÇÃO DE CORTE

O estudo levado a cabo na secção de corte assumiu duas vertentes distintas. A primeira está associada a uma reestruturação do *layout* desta secção, que surgiu devido à proposta



elaborada para o Armazém de Madeiras. Já o último estudo foi direccionado para uma análise dos tempos de preparação da molduradora, recorrendo ao método SMED.

### 5.2.1 Reestruturação do Layout

Na proposta elaborada para melhorar a organização do Armazém de Madeiras, foi sugerido que o traçador horizontal fosse transferido para a secção de Corte. Perante esta sugestão é agora fundamental conseguir alocar este equipamento nessa secção. Assim, houve a necessidade de realizar um estudo de reestruturação *layout* do Corte. Esse incluiu ainda a racionalização das distâncias percorridas tanto pelo material como pelos colaboradores.

Após se ter descrito na secção 4.4.2 deste trabalho os diversos fluxos produtivos, foi elaborada uma análise às distâncias percorridas entre cada posto de trabalho, utilizando os diagramas de Spagueti apresentados na Figura 62 do Anexo H. A Tabela 26 do mesmo anexo indica ainda quais os equipamentos existentes na secção de Corte, de forma a compreender-se quais os equipamentos que intervêm em cada fluxo produtivo.

Através do desenho técnico do *layout* elaborado à escala, foi possível determinar as distâncias percorridas para cada processo de corte. Os valores dos diferentes deslocamentos encontram-se apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Total das distâncias percorridas por cada processo de corte**

Tipo de Processo de Corte	Distância Total Percorrida (m)
Em Régua	106,108
Para Quantidades Elevadas	54,073
Para Pequenas Quantidades	32,112
Processo Painel	90,443
Material com Recortes	41,057

Com base nestes resultados foi elaborado um novo *layout* que pode ser consultado no Anexo I. Este teve como base a criação de 3 tipos de células de produção, uma vez que os colaboradores desta secção são bastante polivalentes. Assim, passará a existir uma célula para:

- A produção de painel;
- O processo em régua;
- Realizar o processo de corte normal, independentemente se o material necessita ou não de recortes.

O critério utilizado, na conceção das células apresentadas, foi baseado essencialmente na formação de família de artigos e na análise dos fluxos produtivos. Neste sentido, visto que a

produção de painel requer a utilização de máquinas específicas e que todo o painel processado segue sempre o mesmo fluxo, estabeleceu-se uma célula dedicada à produção de painel. Para tal, todos os equipamentos usados neste processo foram agrupados, tentando minimizar as distâncias entre eles.

No caso dos restantes componentes, estes podem ser cortados por dois tipos de processos distintos: processo em régua e processo de corte normal.

O processo em régua é essencialmente usado na produção dos componentes que incorporam os produtos do tipo modular. No entanto, o recurso a este tipo de processo impõe que a madeira se encontre devidamente alinhada, isto é, que não existam pontas mais largas que outras. Embora a multi-serra seja apenas utilizada neste processo, a molduradora é igualmente necessária no típico processo corte. Deste modo, este equipamento foi colocado mais próximo da célula de corte normal. Porém, se a madeira que segue para a molduradora estiver empenada necessita primeiro de passar pela plaina. Contudo, como esta situação ocorre com pouca frequência, não se sentiu a necessidade de adjudicar uma das plainas a esta célula, favorecendo a rentabilização destes equipamentos em vez de se minimizar a distância percorrida.

Por fim, os equipamentos usados no processo de corte normal foram agrupados numa outra célula. No entanto, verificou-se que nesse processo existem dois fluxos diferentes. A única diferença reside na forma do material, ou seja, se esse é ou não recortado. Assim, o material com necessidade de recortes utiliza a serra de fita em vez da esquadrejadora, sendo o restante fluxo exatamente igual. Como tal, faz sentido que estes dois processos de corte sejam processados na mesma célula. Contudo, a necessidade de utilização da molduradora nesta célula de fabrico, ocorre apenas quando as quantidades a processar são demasiado elevadas. Visto que o tamanho dos lotes tende a ser cada vez menor e como a molduradora é mais usada no processo em régua, este equipamento ficou assim associado à célula de processo em régua, encontrando-se no entanto relativamente próxima da célula criada para o processo de corte normal. Deste modo, verifica-se a existência de fluxos intercelulares, uma vez que ambas as células têm a necessidade de partilhar equipamentos.

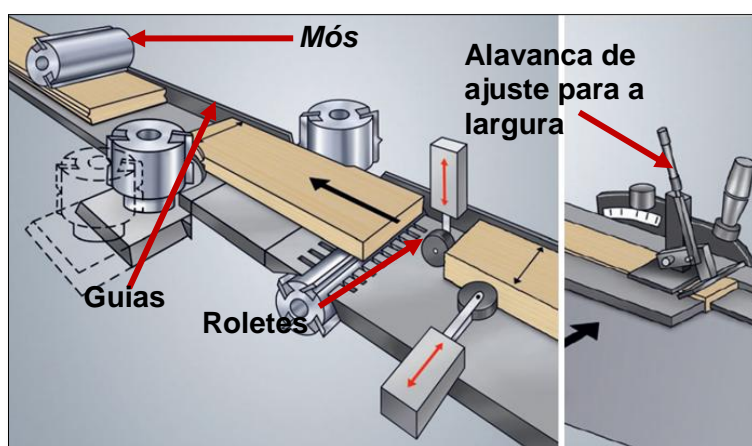
Para testar o funcionamento do novo *layout*, propõe-se que o fluxo produtivo desta secção, seja analisado através do WID. Neste caso, o objetivo será detetar a presença de novos tipos de desperdícios e tentar propor soluções que possibilitassem a sua eliminação, contribuindo assim para a melhoria continua.



### 5.2.2 Análise SMED da Molduradora

A molduradora é equipamento utilizado para produzir molduras e também desbastar e aplainar a madeira que originará os diversos componentes. Contudo, a empresa só realiza estes processos na molduradora, se as quantidades de madeira para o mesmo tipo de componente forem elevadas, caso contrário os componentes fazem o processo plaina/desengrosso. A outra opção, que sendo possível é igualmente utilizada, é o acumular de componentes do mesmo tipo. Isto permite que as quantidades a processar sejam muito maiores, logo poderão ser encaminhadas para a molduradora. A razão pela qual isto acontece deve-se aos elevados tempos de preparação que esta máquina apresenta. Assim, perante planos de produção onde os produtos surgem em quantidades cada vez menores mas muito diversificados, torna-se urgente minimizar os tempos de preparação da molduradora. Para tal, foi elaborada uma análise SMED a este equipamento.

A primeira abordagem foi realizada com o intuito de perceber o modo funcionamento da molduradora. Este, basicamente consiste em introduzir as peças na entrada da máquina, ajustando-a (através de alavancas) para as diferentes larguras e espessuras das peças. À medida que esta atravessa a molduradora, vai passando por diversos conjuntos mós e serras que vão então desbastar e aplainar a madeira. No entanto, tanto as mós como as serras precisam de ser ajustadas às dimensões da peça, bem como os roletes e as guias, como pretende ilustrar a Figura 22. No final, as peças processadas deslizam para um tapete rolante que as leva de volta ao local onde se encontra o colaborador que alimenta a máquina.



**Figura 22 – Esquema de funcionamento da Molduradora (adaptado de WEINIG, 2010)**

Para realizar a análise SMED acompanhou-se uma preparação que demorou 18,90 minutos para ser realizada, sendo a mesma registada em vídeo. Através da análise desse vídeo e de algumas questões colocadas ao operador, foi possível decompor esta preparação em

pequenas operações, que de acordo com a primeira etapa do método foram diferenciadas em operações internas e externas. Na Tabela 27 do Anexo J, pode-se verificar qual a classificação atribuída a cada uma dessas operações e a sua duração, bem como as ferramentas utilizadas e as respectivas precedências. Conforme se pode observar, apenas a operação de acionamento do tapete rolante (operação W do Anexo J) é do tipo externo, uma vez que a máquina já se encontra a processar as primeiras peças quando este é acionado. Todas as restantes operações são do tipo interno.

A etapa seguinte consiste na transformação das operações internas em operações externas. No caso da preparação da molduradora não existem operações internas que possam ser convertidas externas, dado que a máquina tem de ser alimentada manualmente. Por esta razão, o operador não possui o tempo necessário para se dedicar à execução de outras operações que não sejam o alimentar da máquina e o arrumar as peças processadas nos carros de transporte. Contudo, o método SMED possui ainda uma terceira e última fase que tem como objetivo racionalizar todas as operações. É aqui se vai conseguir reduzir o tempo de preparação da molduradora.

Para minimizar o tempo de preparação, o primeiro passo será eliminar a deslocação até ao armário das mós e serras (operação F do Anexo J). Este encontra-se um pouco distante da molduradora e também ligeiramente desorganizado. Pelo facto de estar um pouco afastado do local de preparação, verificou-se que as mós que são removidas não são guardadas no armário, ficando estas um pouco dispersas ao longo máquina, conforme ilustra a Figura 23. Assim, propõe-se que as mós e serras sejam devidamente identificadas e acondicionadas junto ao painel que contém todas as ferramentas utilizadas durante o processo de preparação. Esta ação permitirá poupar 0,89 minutos, visto que esse painel se localiza junto da molduradora e situa-se mais ou menos a meio desta máquina.



**Figura 23 – Molduradora após o setup**

Após se ter visualizado novamente o vídeo, conclui-se que a sequência pela qual a preparação é realizada não é a mais indicada, pois o operador tem de aguardar pelo posicionamento da serra e pelo reiniciar das dimensões gravadas. De modo a otimizar esses tempos de espera, o operador pode efetuar outras operações, como por exemplo retirar as primeiras mós enquanto a serra baixa. Assim, para determinar qual a melhor sequência operatória, foi realizado um estudo de reorganização das operações internas, onde o resultado encontrado pode ser consultado na Tabela 4. A simples alteração da sequência das operações permitirá reduzir mais 2,94 minutos ao tempo de preparação deste equipamento.

A nível de melhoramentos futuros, sugere-se a aplicação de mecanismos de fixação rápida como por exemplo a fixação por molas para a substituição das mós. No caso da 3ª guia eliminar o parafuso e o grampo que são atualmente usados, substituindo-os por porcas de orelhas ou pelo menos por alavancas de fixação. Relativamente ao ajuste da altura da serra poder-se-ia considerar a hipótese de automatizar este processo, visto ser uma operação bastante demorada.



Tabela 4 – Sequência operatória proposta para a Molduradora

Operação	Descrição	Tempo Previsto (min)
A	Verificação dos papéis (enquanto máquina reinicia as dimensões)	0,03
B	Baixar a estrutura de encaixe da serra	0,00
C	Retirar 1ª mó e 2ª mó do conjunto 1 (enquanto a serra baixa)	0,88
D	Troca do 2º conjunto de mós (lixa)	0,59
E	Troca do 3º conjunto de mós (lixa)	0,72
F	Troca da última mó (lixa)	0,42
G	Abrir compartimento das serras	0,17
H	Trocar serra	1,42
I	Ajustar altura da serra	2,37
J	Ajuste dos roletes	0,92
K	Ajuste a largura da entrada da máquina	1,00
L	Ajuste da 1ª e 2ª guia	1,68
M	Ajuste da 3ª guia	0,96
N	Medição da 1ª peça	0,49
O	Afinação da largura de entrada de máquina	0,86
P	Afinação da 1ª e 2ª guia	1,92
Q	Acionamento do tapete rolante	0,63

### 5.3 SECÇÃO DE MAQUINAGEM

Face aos inúmeros problemas detetados na secção de Maquinagem foram elaborados quatro estudos distintos.

O primeiro foi direccionado para a secção de CNC, onde se realizou uma análise SMED a estes equipamentos e a racionalização do seu processo de limpeza. Já o segundo foi vocacionado para melhorar a organização da secção de Maquinagem.

Perante a elevada variedade de dimensões presentes nos artigos produzidos, o estudo que se seguiu, foi realizado no sentido de se tentar reduzir o universo das medidas atualmente existentes.

Por fim, foi efetuada uma análise aos fluxos produtivos desta secção, com vista a reestruturar o seu *layout*, conforme um dos objetivos inicialmente propostos pela empresa.

#### 5.3.1 Análise SMED das CNCs

Ao produzir uma vasta variedade de artigos e em pequenas quantidades, a empresa tem a necessidade de adaptar, com maior frequência, as suas máquinas aos novos lotes. Assim, seria desejável que os tempos de preparação fossem o menor possível, dado que estes constituem uma fonte de desperdício, pois são atividades que em nada acrescentam valor ao produto. De



todos os equipamentos utilizados para maquinar os vários artigos, as máquinas CNC são aquelas que apresentam o maior tempo de preparação. Por esta razão, torna-se urgente minimizar os seus tempos de preparação. Para tal, procedeu-se a uma análise destes equipamentos, recorrendo ao método SMED.

O primeiro passo consistiu na escolha da máquina CNC onde se irá realizar a análise, dado que a empresa possui três equipamentos deste género. A escolha recaiu sobre a CNC-MQ-01, ilustrada na Figura 24, devido a ser aquela que processa diariamente uma maior variedade de componentes, para além de ser a mais antiga das três máquinas existentes.



**Figura 24 – CNC-MQ-01**

A primeira abordagem foi realizada no intuito de perceber o modo de funcionamento destes equipamentos. Basicamente, este consiste em dispor as ventosas em cima da mesa (composta por quatro barras), ajustar as barras da mesa ao comprimento do componente e coloca-lo em cima das ventosas. A partir desse momento, a CNC estará apta a iniciar os diferentes processos de maquinagem tais como fresagens e furações. Tais processos recorrem ao uso de fresas, brocas e lâminas, que vão sendo trocadas manualmente consoante o tipo de processo a realizar. É importante salientar a existência de um tapete, que por questões de segurança, quando pisado provoca a paragem imediata da máquina.

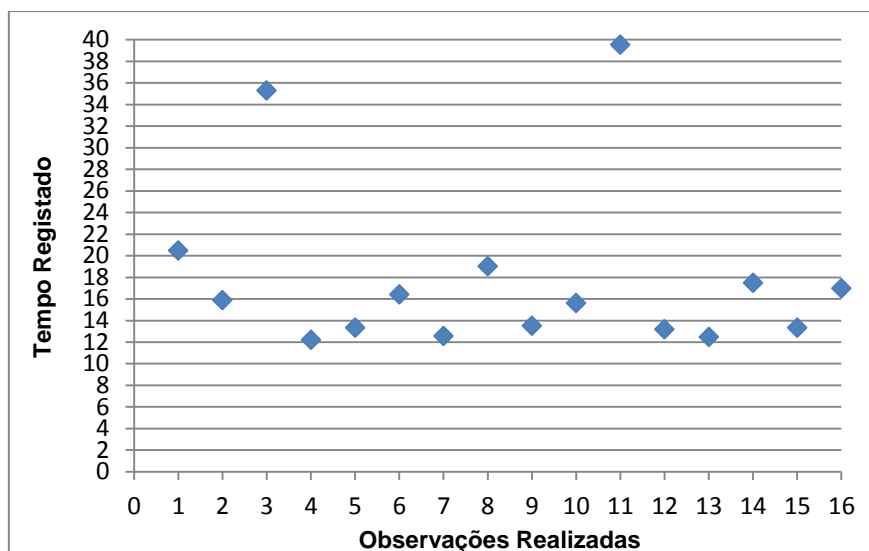
Relativamente às ventosas, essas têm como função prender o componente através de vácuo que é originado em orifícios existentes nas barras da mesa. Esses orifícios encontram-se obstruídos por uns “pinos” de cor azul, que evitam que o ar entre. Assim, sempre que o operador precise de posicionar as ventosas, tem de remover os “pinos” desse local.

As ventosas utilizadas neste equipamento encontram-se representadas na Figura 25 e podem ser de três tipos diferentes: as “convencionais”, as “metálicas” e em “MDF” (*Medium Density Fiberboard*). As “convencionais”, são assim denominadas por serem aquelas que são geralmente utilizadas, adaptando-se para a maioria dos componentes. Já as “metálicas”, apenas são usadas para componentes com larguras mais pequenas que as cabeças das ventosas “convencionais”, permitindo prender melhor o componente. Por fim, as ventosas em “MDF” são destinadas para componentes especiais, como aqueles que possuem espessuras demasiado pequenas, sendo estas utilizadas muito raramente.



**Figura 25 – Ventosas usadas na CNC-MQ-01**

O passo que se seguiu, foi efetuar várias observações de preparação para um novo lote neste posto de trabalho, ficando as mesmas registadas em vídeo. Estas permitiram concluir, que o tempo de preparação nesta máquina varia entre os 12,17 e os 40 minutos, conforme é demonstrado no gráfico da Figura 26. Tal variação, pode dever-se ao facto de o operador efetuar a colocação das ventosas por tentativa e erro, isto é, numas preparações pode acertar à primeira e assim perder pouco tempo, como pode demorar muito até que fiquem no local correto. O mesmo princípio se aplica ao ajuste das barras da mesa. Esta discrepância entre valores pode ainda estar relacionada com o facto de as operações realizadas não serem sempre as mesmas, ou seja, essas variam consoante o tipo de componente a processar. Para além disso, o operador não realiza a preparação sempre da mesma forma, isto é, não possui um método de trabalho padronizado, mesmo quando está a efetuar a preparação do mesmo componente ou de componentes semelhantes. Uma outra razão, que também contribui para a variação dos tempos de preparação, está relacionada com dúvidas que vão existindo na execução do trabalho. Para resolver essas questões, muitas vezes o operário necessita de andar à procura do seu chefe de secção ou então da pessoa que elaborou o programa, podendo o seu esclarecimento ser mais ou menos demorado.



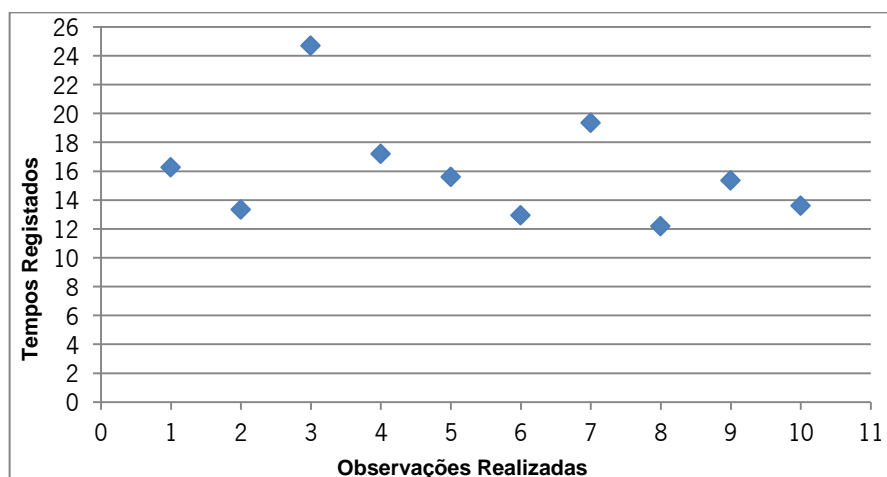
**Figura 26 – Tempos de preparação para a CNC-MQ-01**

Neste sentido, foram colocadas algumas questões ao operador da CNC, que aliadas à análise dos vídeos permitiram decompor as várias preparações em operações mais detalhadas. Assim, a partir da análise dos diferentes vídeos compilaram-se no Anexo K, todas as operações passíveis de serem realizadas durante a preparação dos componentes, identificando também todas as ferramentas que são utilizadas. No entanto, durante as observações registadas, nunca se verificou a presença de todas as operações descritas no Anexo K, para preparar um só componente, ou seja, essas vão sendo combinadas entre si. Esta pode ser uma das razões que também conduz a tempos de preparação tão divergentes, visto existirem preparações que necessitam de mais operações que outras.

Deste modo, para proceder à análise SMED, sentiu-se a necessidade de identificar as operações realizadas mais frequentemente. Para tal, foram separados os vídeos cujas preparações envolvessem o mesmo conjunto de operações para componentes com comprimentos e larguras semelhantes.

Da análise desses vídeos, verificou-se que embora se realize o mesmo tipo de operações, continuam a existir flutuações nos tempos de preparação, como é demonstrado no gráfico da Figura 27. Assim, o tempo médio para uma preparação deste tipo é de cerca de 15,68 minutos.

Faça a variação dos tempos de preparação para o mesmo conjunto de operações, das preparações evidenciadas no gráfico da Figura 27, optou-se por analisar uma que demorou cerca de 15,35 minutos, visto ser a que mais se aproximava da média. Deste modo, na Tabela 5 apresentam-se as operações levadas a cabo pelo operador durante essa preparação, bem como as respetivas durações, precedências e ferramentas utilizadas.



**Figura 27 – Tempos de preparação para o mesmo conjunto de operações na CNC**

Na primeira etapa, o método SMED sugere que as operações de preparação sejam diferenciadas em operações internas e externas. Esta distinção pode também ser consultada na Tabela 5. Como se pode observar, apenas a operação de preparar o próximo componente (operação D) é do tipo externo. Contudo, é importante mencionar que, durante outras observações a realização desta operação decorreu no período em que a máquina se encontrava parada, o que evidencia a ausência de um método de trabalho. Todas as restantes operações são do tipo interno.

**Tabela 5 – Operações de setup realizadas com maior frequência na CNC-MQ-01**

Op.	Designação	Tipo	Duração (min.)	Ferramentas	Precedências
<b>A</b>	Limpeza da mesa da CNC/componente	Interna	0,15	Pistola de ar	
<b>B</b>	Encostar o componente processado à parede	Interna	0,38		A
<b>C</b>	“Casar” componentes	Interna	1,13		
<b>D</b>	Preparar o próximo componente	Externa	1,29	Grosa	
<b>E</b>	Medição do componente	Interna	0,18	Fita métrica	
<b>F</b>	Trocar de ventosas	Interna	2,77		A; B; E
<b>G</b>	Painel de controlo	Interna	0,89		
<b>H</b>	Buscar fresas	Interna	1,18		G
<b>I</b>	Trocar fresas	Interna	1,33		H
<b>J</b>	Arrumar fresas	Interna	0,68		I
<b>K</b>	Medir componente	Interna	0,23	Fita métrica	
<b>L</b>	Colocação das ventosas/ajuste das barras da mesa	Interna	1,89	Fita métrica	F, K
<b>M</b>	Colocação do componente	Interna	0,17		L
<b>N</b>	Ajustes finais	Interna	2,34	Fita métrica	M
<b>O</b>	Painel de controlo	Interna	0,74		
<b>Total</b>			<b>15,35</b>		



Após já se encontrarem devidamente diferenciadas, a fase que se segue é tentar converter as operações internas em operações externas, reduzindo deste modo o tempo em que a máquina se encontra parada. Deste modo, para a preparação analisada, as operações E, C, G e H podem facilmente ser transformadas em operações externas.

No caso da operação E (medir o componente), esta poderia ser logo realizada no momento em que o operador está a preparar a próxima peça. Visto que para a preparar, ele necessita forçosamente de lhe pegar, podendo assim aproveitar e efetuar logo a sua medição.

Relativamente às fresas, estas encontram-se guardadas em dois locais distintos: num armário situado por detrás do painel de controlo da CNC-MQ-01 ou então num pequeno armário junto à CNC na área de preparação dos modulares. Estas deslocações podem ser antecipadas, isto é, o operário não tem de esperar que a máquina pare para ir buscar a fresa. Contudo, para saber qual a fresa que deve aplicar, o operador precisa de se deslocar ao painel de controlo (operação G). Esta deslocação é realizada com a máquina parada, mas pode ser efetuada durante o processo de maquinagem da peça anterior. Se o operador proceder desta forma, só aqui permite reduzir 2,07 minutos à preparação total.

Por fim, a operação de “casar” os componentes, consiste em colocar no carro de transporte que segue para o próximo posto, o material que se encontra encostado à parede. Ao realizar a operação B (encostar componente processado à parede), o operador está a realizar sobreprocessamento, uma vez que coloca os componentes junto à parede e depois tem de voltar a pegar neles para os colocar no carro de transporte. Neste sentido, esta operação poderia ser mesmo eliminada. Para isso, basta que o operador coloque a peça já processada diretamente no carro de transporte, poupando assim mais 1,12 minutos.

A máquina CNC que foi alvo de estudo possui duas mesas onde são realizados os diferentes processos de maquinagem. No entanto, a utilização de ambas as mesas, apenas ocorre quando os componentes a ser processados possuem dimensões que excedem o comprimento de uma das mesas. Nestes casos, o operador necessita juntar ambas as mesas para conseguir realizar as diferentes operações. Geralmente, apenas uma das mesas é preparada (à qual se atribuiu o nome de mesa 1), isto é, o operador só prepara aquela que vai utilizar, sendo que a sua preparação ocorre sempre quando a máquina está parada.

As operações envolvidas no processo de preparação da mesa são: a limpeza da mesa da CNC/componente (operação A), trocar as ventosas (operação F) e colocação das ventosas/ajuste das barras mesa (operação L). Neste sentido e devido a este equipamento

possuir duas mesas, as operações anteriormente mencionadas, poderiam ser realizadas durante o período em que a máquina está em funcionamento. Como os componentes com dimensões superiores à mesa não são tão frequentes como os restantes, a inclusão deste procedimento no método de trabalho do operador, permite reduzir 4,81 minutos ao tempo total de preparação. Contudo, é necessário ter atenção ao tapete de segurança, dado que este quando é pisado interrompe o processo de maquinagem. A paragem do processo apenas ocorre, se a parte do tapete que foi calcada, corresponder aquela que se situa na frente da mesa que a máquina está a operar. No entanto, existe uma zona que quando pisada para de imediato a CNC, independentemente da mesa em que esta esteja a trabalhar. Deste modo, será necessário proceder à marcação dos limites do tapete, para que seja mais fácil identificar a zona que interrompe o processo em ambas as mesas.

Após a aplicação da segunda etapa do método SMED, verifica-se que se pode reduzir cerca de 8,19 minutos, ao tempo total da preparação indicada na Tabela 5.

Por fim, a última etapa do método consiste em racionalizar quer as operações internas como as externas. Para isso, foram novamente analisadas todas as operações de modo a conseguir-se a sua racionalização.

A operação de encostar material já processado à parede, ocorre devido a falta de espaço, quer para colocar um carro de transporte vazio, quer no próprio carro que transporta material por processar. Como consequência, o operador está a criar mais uma operação, pois está a acumular material junto à parede, que mais tarde terá de colocar novamente no carro de transporte que segue para o posto seguinte (operação de “casar” componentes). Esta última operação pode ser eliminada. Para isso, basta que o carro de transporte de material a processar seja compartimentado. Assim, evita-se a existência de mais um carro só para colocar os componentes processados e melhora-se a operação de preparação do próximo componente.

Na preparação do próximo componente, o operador precisa de retirar os componentes por processar do carro, para que estes sejam grosados antes de irem para a máquina CNC. Nesta situação, pode acontecer de o operador apenas grosar o componente que vai para a máquina, ou então grosar o lote completo encostando assim material à parede. Como o material que vem no carro de transporte não se encontra organizado (os componentes estão uns por cima dos outros), implica que operador tenha de encostar material à parede, pois existem componentes que não vão sofrer nenhum processo de maquinagem na máquina CNC. Deste modo, o operador necessita de separar esse material que vem misturado, com o que efetivamente



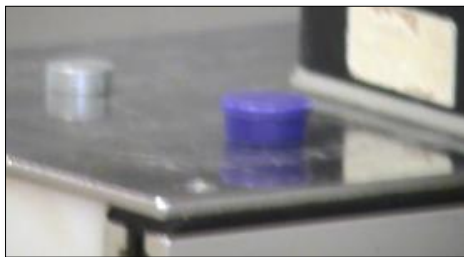
precisa. Este ponto pode então ser melhorado através da aplicação dos carros de transporte compartimentados, que vão assim permitir que o material não venha misturado.

Relativamente à operação de medição do componente, verifica-se que esta ocorre várias vezes durante a preparação da máquina. Essas medições acontecem não só para que o operador saiba a que distância deve colocar as ventosas e as barras da mesa, mas também para confirmar se as medidas dos componentes estão de acordo com o esperado, comparando-as com as informações mencionadas no programa. Além disso, como o operador coloca as ventosas por tentativa e erro, facilmente se esquece das medidas do componente, tendo assim a necessidade de voltar a medi-lo. Para evitar as repetidas medições, sugere-se que o operário escreva na ficha de acompanhamento as medidas do componente. Assim, sempre que precisar delas, não tem necessidade de se deslocar até ao componente para o voltar medir, bastando apenas olhar para o papel.

A operação de trocar as ventosas, implica retirar as que se encontram em cima da mesa, ir até ao local onde estão as novas e trazer aquelas de que necessita, dispondo-as sobre a mesa. No entanto, como o número de ventosas que são dispostas em cima da mesa variam, o operador pode precisar de se deslocar várias vezes ao local onde estas se encontram armazenadas. Assim, as ventosas usadas na preparação descrita na Tabela 5, neste caso foram as “convencionais”, estão situadas no extremo oposto à mesa onde os componentes são geralmente processados (mesa1). Deste modo, para minimizar as deslocações e o respetivo tempo, pode-se facilmente colocar uma estrutura localizada ao centro da máquina, para que as ventosas não fiquem demasiado longe da mesa 1 nem da mesa 2. Ainda dentro desta operação, o operário para dispor as ventosas sobre a mesa, precisa de remover os “pinos” (representados na Figura 28) que impedem a entrada do ar. Estes, estão inseridos numa espécie de cápsulas de cor azul, o que permite que os “pinos” possuam uma altura ligeiramente superior e faz com que sejam mais largos no topo do que na base. A nível de dimensões, os “pinos” com cápsula possuem cerca de 1,5 cm de diâmetro e 0,7 cm de altura, enquanto os outros têm 0,5 cm de altura e 1,1 cm de diâmetro. Como os “pinos” azuis são demasiado pequenos e são magnetizados, tornam-se difíceis de remover. Assim, o operador necessita de fazer um grande esforço para os retirar da mesa, o que implica que em determinadas ocasiões este perca mais tempo do que o que seria de esperar. Para além disso, verificou-se que a grande maioria deles já não possuem a cápsula azul, sendo ainda mais complicado agarrá-los. Para este caso, pode-se



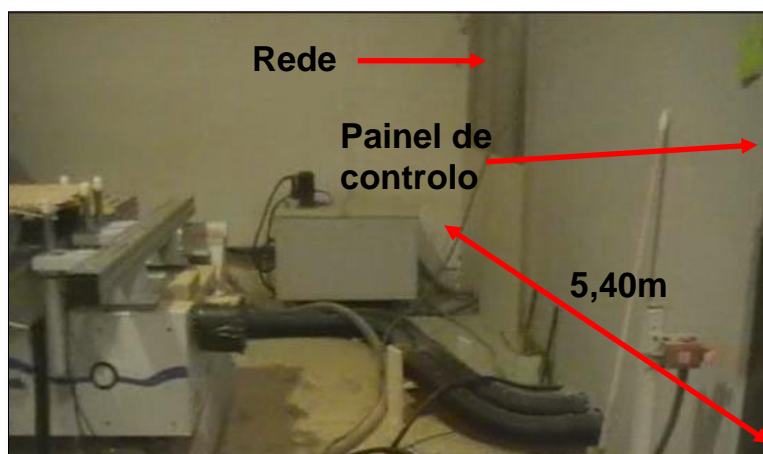
substituir os pinos sem cápsula por uns novos (com cápsula), e adquirir uma ferramenta que auxilie a remoção dos mesmos.



**Figura 28 – Pinos que impedem a passagem do ar**

Embora, tenha sido proposto que a operação de ir buscar as fresas se realize quando a máquina se encontre em funcionamento, a distância entre o armário e a CNC pode ser reduzida significativamente. Para tal, basta apenas remover a rede que se encontra entre o painel de controlo e a parede, conforme ilustra a Figura 29, garantindo assim a passagem direta entre o armário e a CNC. A remoção desta rede evita que o operador tenha de contornar o painel de controlo (com 5,4 m comprimento e 1,6 m de largura) para conseguir chegar até ao armário das fresas.

Para finalizar a aplicação da terceira etapa do método SMED, analisa-se agora a operação de colocação das ventosas/ajuste das barras da mesa. Esta é realizada por tentativa e erro, o que implica efetuar diferentes medições como: medir o componente, depois medir o comprimento da mesa para saber onde deve posicionar as barras e medir também o espaço entre as ventosas para verificar se estas têm a distância suficiente. Caso não se encontrem no local correto, ele remove-as e volta a coloca-las mais para a frente ou mais para trás e assim sucessivamente até ficarem no sítio correto. Para evitar que o operador perca demasiado tempo a medir várias vezes distância entre as ventosas, sugere-se que em cada uma das barras da mesa seja colocada uma fita métrica. Para além disso, na ficha de acompanhamento ou no próprio programa deverá ser adicionado um esquema representativo da colocação das ventosas, isto é, indicar o tipo, número e a que distância devem ser posicionadas as ventosas. O facto de acrescentar esta informação, vai permitir suprimir os ajustes finais (operação N da Tabela 5). Estes ajustes estão relacionados com as pequenas deslocações das barras da mesa e das ventosas, e são sempre realizados após o componente já se encontrar colocado em cima das ventosas.



**Figura 29 – Rede de Separação entre a máquina CNC e o Armário das Fresas**

Se todas as propostas anteriormente apresentadas, forem implementadas com sucesso, apenas as operações de troca de fresas (I) e a deslocação para o painel de controlo (O) seriam as operações tipicamente internas. No entanto, como existem componentes que excedem os limites da mesa, para esses casos as operações internas serão as aquelas descritas na Tabela 6.

**Tabela 6 – Operações internas para componentes com comprimentos elevados**

Op.	Designação	Tipo	Duração (min.)	Ferramentas	Precedências
A	Limpeza da mesa da CNC/componente	Interna	0,15	Pistola de ar	
B	Colocar componente processado no carro de transporte	Interna	0,38		A
C	Trocar de ventosas	Interna	2,77		A; B
D	Trocar fresas	Interna	1,33		
E	Colocação das ventosas/ajuste das barras da mesa	Interna	1,89		C
F	Colocação do componente	Interna	0,17		E
G	Painel de controlo	Interna	0,74		

### **Problemas Detetados em Outras Preparações**

A análise SMED realizada à CNC-MQ-01 foi apenas elaborada para as preparações que ocorrem com mais frequência. No entanto, durante as outras preparações que foram sendo registadas, verificou-se a existência de determinados problemas. Como tal, também foram sugeridas propostas que permitissem melhorar esses aspetos. Neste sentido, para as operações descritas no Anexo K e que não constam da Tabela 5, são apresentadas algumas sugestões que visam melhorar o seu desempenho quando estas são executadas.

No caso da troca das peças das ventosas, esta ocorre apenas nas “convencionais” e consiste em trocar a parte central da ventosa por uma outra peça de cor branca. Nesta operação, o operador recorre ao uso da marreta para garantir que as peças ficaram bem presas. Sempre que é necessário realizar esta operação, o operador tem que se deslocar à extremidade da máquina para trazer as ventosas convencionais, coloca-as na mesa, retirar-lhes a parte central, desloca-se ao carro de ferramentas para pegar nas peças brancas e volta lá para trazer a marreta. No final, tem de arrumar as peças que removeu e a marreta, voltando a efetuar as mesmas deslocções. Assim, sugere-se que a empresa adquira mais algumas ventosas e que estas já se encontrem pré-montadas com a peça branca. Deste modo, evita-se as deslocções entre a mesa e o carro de ferramentas e poupa-se o tempo na troca das peças, deixando de ser necessário o recurso à marreta.

O carro de ferramentas que se encontra neste posto de trabalho possui ferramentas não só usadas na CNC-MQ-01 (como as peças das ventosas), mas também outras que são utilizadas um pouco por todos os operários da secção de Maquinagem. O tampo deste carro é ainda aproveitado como bancada de apoio ao operador para realizar a troca de brocas e de lâminas. No tampo encontram-se ainda as capas com os desenhos técnicos, a marreta, fichas de acompanhamento, entre outras ferramentas. Esta situação não é a mais indicada, visto que o tampo não possui a largura suficiente para efetuar a troca das brocas e das lâminas, e sempre que ele realiza uma destas operações, precisa retirar algum do material que se encontra em cima do carro. Isto traduz-se em perdas de tempo na remoção de material, ou seja mais um desperdício. Para evitar esta situação, propõe-se a criação de uma bancada que seja mais adequada para realizar a troca das lâminas e brocas, onde as ferramentas necessárias a esta operação fiquem mais perto e arrumadas.

A análise elaborada ao posto de trabalho permitiu concluir que em determinadas operações, o operário da máquina CNC perde bastante tempo na procura do material/ferramentas. Esta situação acontece devido ao seu posto de trabalho não se encontrar devidamente organizado. Entre essas operações destaca-se a troca de lâminas e brocas, uma vez que estas encontram-se dentro do carro de ferramentas ou então no armário das fresas, localizadas em caixas sem identificação ou mesmo misturadas. Como consequência o operador tem de medir as brocas com o paquímetro para garantir que estas possuem o diâmetro correto, ou seja, está a ser acrescentada mais uma operação ao processo de preparação. Também pode ocorrer a situação da lâmina aplicada não ser a correta, o que vai originar um componente



defeituoso, resultando num posterior retrabalho (peça tem de ser novamente maquinada). Para solucionar este problema, propõe-se a aplicação da metodologia 5S neste posto de trabalho.

Para finalizar, verificou-se que em ocasiões onde o componente a processar não se enquadra dentro das conformidades, o operador realiza na mesma a preparação da máquina para esse componente. Depois, tenta efetuar alterações no programa para ver se consegue maquinar o componente, e só no caso de não conseguir, chama o seu superior (chefe de secção) para tentar resolver o problema. O operador sente ainda a necessidade de chamar o seu chefe de secção quando os programas estão incorretos ou indisponíveis. Em alguns casos, verificou-se que o operador inicia o processo e depois tem de o parar para trocar as fresas. Esta situação acontece ou porque o operador se esqueceu de trocar as fresas antes de iniciar o processo, ou então porque um dos seus colegas das outras CNCs necessitaram da fresa que por sinal se encontra inserida no tambor deste equipamento. Neste sentido, para que deixem de ocorrer eventos deste género, sugere-se a elaboração de um procedimento de trabalho quer para o operário como para o seu chefe de secção. Deste modo, sugere-se que o chefe de secção passe a desempenhar tarefas mais diárias, como gerir as fresas. Este deverá ainda garantir que o material, programas e fresas estejam disponíveis antes de o operador iniciar o seu trabalho. O chefe de secção, durante a fase de planeamento da distribuição do trabalho para cada uma das máquinas, deverá ter em conta as fresas que são comuns aos três equipamentos. Desta forma evita-se os deslocamentos dos operadores entre as diferentes máquinas, bem como a paragem dos equipamentos para ser removida alguma fresa.

Perante os vários problemas detetados durante preparação das máquinas CNC e face ao número de sugestões que foram anteriormente colocadas, no Anexo L apresenta-se uma síntese dos problemas identificados e as respetivas propostas de melhoria para estes equipamentos.

### **5.3.2 Melhoria do Processo de Limpeza das CNCs**

Na AM Móveis, foi estipulado que no final do dia todos os colaboradores deverão proceder à limpeza do seu posto de trabalho. No entanto, existem locais de trabalho que devido ao processo que realizam ou pelas dimensões dos equipamentos, acabam por ser mais complicados de limpar que outros, requerendo assim mais tempo. A ocorrência desta situação foi verificada nas máquinas CNC. Deste modo, sentiu-se a necessidade de realizar um estudo nestes equipamentos.

A máquina onde decorreu o processo de análise foi a CNC-MQ-01. Inicialmente foi registado o tempo que o operador perdia diariamente na limpeza deste equipamento. O que se verificou é que esse valor podia variar entre os 25 e os 33 minutos. Esta variância deve-se às quantidades de resíduos acumulados nesse dia e também à ausência de um procedimento de limpeza, ou seja, cada operador trabalha de forma diferente.

Com o objetivo de tentar reduzir o tempo de limpeza, foram efetuados alguns registos de vídeo. Esses, permitiram identificar quais os locais da máquina onde o operador perdia mais tempo e porquê. Assim, foi analisado um processo de limpeza para uma quantidade média de resíduos. Esta demorou cerca de 30 minutos e o método usado pelo operador pode ser consultado no Anexo M.

A partir da análise do vídeo, verificou-se que devido aos vários cabos se encontrarem espalhados pelo chão (atrás e nas laterais da máquina CNC), se tornava difícil a remoção dos resíduos. A principal dificuldade residia no facto de que para os remover, o operador tem de se baixar e levantar os cabos à medida que se vai deslocando, o que significa que efetua estes movimentos várias vezes ao longo do processo. Como nesta zona existem vários cabos, o colaborador tem a necessidade de voltar a limpar esta área, isto porque ao remover os resíduos de um lado eles vão-se acumular no outro. Para resolver esta situação, pode-se tentar fazer passar o maior número de cabos pelo mesmo local, conceber estruturas elevatórias para facilitar o acesso por debaixo dos cabos e se possível criar calhas para que passem nas paredes.

Já na parte da frente da máquina CNC, o maior tempo é despendido na remoção dos resíduos que se acumulam entre o tapete de segurança e a própria máquina. O maior obstáculo aqui existente está associado ao elevado comprimento dos cabos de ar comprimido que alimentam cada uma das barras das mesas, conforme se pode verificar na Figura 30. Estes, impedem que os resíduos saiam quando o colaborador (com a pistola de ar) tenta inicialmente afastá-los dessa área. Face a este cenário, o operador tem de se baixar várias vezes para levantar os cabos e com a pá na outra mão remover os resíduos. Mesmo depois de os retirar com a pá, existe a necessidade de voltar a limpar o tapete. Isto significa, que para limpar essa zona, o colaborador precisa de efetuar cerca de três operações. Para este caso, coloca-se a hipótese de cortar os cabos de modo a reduzir o seu comprimento para que não toquem o chão, deixando esta área mais desimpedida.



**Figura 30 – Vista dos diferentes cabos da máquina CNC-MQ-01**

Relativamente ao cabo do comando manual, este não pode ser fixado nem preso em nenhum sítio específico, pois tem de acompanhar o operador enquanto este está a controlar o processo. Por isso, sugere-se que seja aplicado um “camarão” ou “pino” ou gancho que permita arrumar o cabo do comando manual apenas durante a fase de limpeza da máquina.

Outro ponto onde o colaborador perde bastante tempo é durante a fase de aspiração dos resíduos, quer junto à esquadrejadora quer por de trás da máquina CNC. O que se constatou é que o tubo de aspiração era demasiado estreito para o caudal de resíduos que precisa de ser aspirado. Deste modo, propõe-se que o tubo junto à esquadrejadora seja substituído por um captador que possibilite aspirar um maior caudal de resíduos.

Para finalizar, constatou-se que o processo de limpeza varia mediante o operador e que o mesmo operador não procede sempre da mesma forma. Assim, sugere-se que seja introduzido um método de limpeza normalizado. Isto servirá não só para que o operador deste equipamento proceda à limpeza sempre do mesmo modo, mas também que outros colaboradores que usem a máquina tenham o conhecimento de como se deverá fazer a referida tarefa. Contudo, a normalização do procedimento de limpeza, apenas deverá ser efetuada após a implementação das medidas anteriormente propostas, visto que algumas das operações atualmente executadas podem desaparecer ou mesmo ser alteradas. Neste sentido, depois de implementadas, será necessário voltar a realizar uma nova análise do processo de limpeza, para posteriormente se elaborar a normalização do processo.

### 5.3.3 Organização

Dos vários problemas detetados na secção de Maquinagem, alguns podem estar relacionados com a desorganização existente nessa secção, como por exemplo: elevados *lead times*, ocorrência de defeitos, movimentações desnecessárias e ausência de componentes na fase de montagem do móvel.

Os elevados *lead times*, estão associados à forma como o colaborador do traçador vertical organiza o material vindo da secção de Corte. Este separa esse material por componentes iguais ou por conjunto de operações semelhantes. No entanto, para que isso aconteça, ele necessita que a secção de Corte lhe encaminhe todo o material mencionado no plano de produção. Assim, este colaborador está a lidar não com pequenos lotes, mas sim com um único lote que corresponde ao conteúdo total do plano de produção. Neste sentido, para minimizar os *lead times* existentes, a ideia que se coloca é passar a agrupar num carro de transporte o móvel completo, isto é, agrupar os componentes por tipo de móvel e linha de produto. Por exemplo, se um plano de produção é constituído por 3 camiseiros Brasil, 2 aparadores Versus e 2 estantes Oriente, o colaborador do traçador vertical deverá colocar num carro todos os componentes para os camiseiros, noutra, todos os componentes para os aparadores e num terceiro todos os componentes para as estantes. Contudo, para que seja possível aplicar esta ideia, será necessário alterar a forma como são construídos os planos de produção. Esses não deverão discriminar cada artigo, mas sim cada grupo de artigos e as respetivas prioridades.

A aplicação desta proposta, permite ainda reduzir o risco do móvel chegar à secção de Marcenaria sem que tenha todos os seus componentes, uma vez que estes já se encontram todos o mesmo local. No entanto, para facilitar a identificação de cada um dos componentes que se encontram no mesmo carro, sugere-se que os carros verticais (anteriormente propostos para as máquina CNC) passem a ser aplicados em toda a secção de Maquinagem.

Para eliminar a ocorrência de alguns defeitos bem como algumas das movimentações desnecessárias, aconselha-se que nesta secção seja aplicada a metodologia 5S. Esta sugestão, advém do facto da grande maioria dos postos de trabalho não se encontrarem limpos e nem arrumados, forçando os colaboradores a procurarem ferramentas e/ou material e deslocarem-se do seu posto para pegarem em ferramentas que deveriam se encontrar junto dos mesmos. Esse é o caso das fresas utilizadas nas tupias e os moldes usados quer no Corte quer na Maquinagem.



No caso das tupias, os colaboradores sempre que precisam de trocar as fresas, têm percorrer cerca de 8,5 m até ao armário onde essas se encontram. Assim, sugere-se que seja adquirido um armário que se situe junto destas máquinas e que posteriormente as fresas sejam devidamente organizadas e identificadas.

Relativamente aos moldes, esses estão pendurados ao longo de uma parede com cerca de 29 m de comprimento, onde cada gancho contém vários moldes, como ilustra Figura 31. Contudo, como esses moldes não estão organizados, o colaborador ou sabe a localização aproximada, ou tem de percorrer a parede até encontrar o molde pretendido. Deste modo, primeiro sugere-se que os moldes obsoletos sejam removidos. Depois, estes deverão ser numerados e parcialmente pintados com cores diferentes. Cada cor irá corresponder a um conjunto de números, por exemplo os moldes com números entre 1 e 15 deverão ser marcados de cor azul. Posteriormente, no local onde irão ser arrumados, deverá ser adicionada uma etiqueta com a cor respetiva.



**Figura 31 – Vista parcial do armazenamento dos moldes**

Para finalizar, o material utilizado para realizar a manutenção das máquinas, não possui um lugar definido, encontrando-se um pouco espalhado por toda a secção. Neste sentido, como uma das propostas vai recair sobre a mudança da casa da ferragem para a secção de Marcenaria, sugere-se que esse espaço seja aproveitado para colocarem o material usado na manutenção. Contudo, é importante que todo o material lá colocado possua um lugar definido e se encontre corretamente identificado.

#### **5.3.4 Uniformização das Medidas dos Componentes**

O mobiliário é um tipo de indústria que apresenta uma elevada customização tanto nos acabamentos, como matéria-prima, mas sobretudo a nível das dimensões dos produtos. Essas dimensões tanto podem diferir apenas escassos milímetros como em alguns metros. Como tal, é



durante o processo de fabricação que essas diferenças são mais visíveis. Neste sentido, a produção de componentes que apenas diferem em pequenos milímetros quer de espessura, largura ou mesmo comprimento vão afetar, de certo modo, todo o processo produtivo. Estes vão então implicar a presença de mais desenhos técnicos e a existência de preparações das máquinas para valores, em alguns casos, insignificantes.

Para tentar minimizar este problema, a proposta passa por tentar uniformizar as medidas dos diversos componentes para os produtos *standard*, a partir da criação de classes para as diferentes medidas. Assim, inicialmente foi realizado um estudo dos componentes para os quais seria possível normalizar as suas dimensões, sem qualquer prejuízo a nível da estética e qualidade do produto exigido pelo cliente. Posto isto, após uma reunião com o Diretor de Produção e o encarregado do Departamento de Produção em Branco, conclui-se que apenas as ilhargas para gavetas e os tampos poderiam ver as suas medidas normalizadas. No caso das ilhargas de gaveta tentou-se uniformizar a sua largura, enquanto os tampos seria apenas a sua espessura.

Para dar início a este processo, efetuou-se um levantamento de todas as medidas das ilhargas de gaveta e tampos que haviam sido produzidos no último ano, recorrendo à base de dados em *Access*. O resultado desta pesquisa revelou a existência de 80 medidas diferentes de largura para ilhargas de gaveta, sendo a largura mínima registada de 55 mm e a máxima de 273 mm. Já no caso dos tampos, foi necessário ter em atenção que a empresa produz 3 tipos de tampos diferentes:

- Tampos maciços – constituídos apenas por madeira;
- Tampos de aro de madeira – compostos por um aro em madeira e placa;
- Tampos em placa – conjunto de placa, orlas e folha.

Neste caso, a pesquisa mostrou que as espessuras variavam conforme o tipo de tampo. Assim, para os tampos maciços apenas foram encontradas duas espessuras diferentes (27 mm e 30 mm). Relativamente aos tampos com aro de madeira, estes apresentavam nove espessuras distintas, que variavam entre os 17 mm e 31 mm. Por fim, os tampos em placa possuíam oito espessuras diferentes sendo o valor mínimo de 15 mm e o máximo de 50 mm.

Após efetuado o levantamento de todas as medidas, os resultados da pesquisa foram apresentados ao encarregado do Departamento de Produção em Branco e ao chefe do Gabinete Técnico, com o objetivo de tentar estabelecer um critério para a formação de classes para estes componentes. Neste sentido, foi determinado que as larguras das ilhargas de gaveta teriam uma



escala de 5 em 5 mm, isto é, se a largura apenas diferir no máximo 5 mm, o valor dessa largura deve passar para a classe inferior. A Tabela 7 é um excerto do resultado da pesquisa das medidas das larguras para as larguras de gaveta, e pretende demonstrar como será aplicado o critério para a atribuição dessas classes.

**Tabela 7 – Excerto da pesquisa das larguras para as larguras de gaveta**

Largura Atual (mm)	Largura Proposta (mm)	Classe
107	105	1
108	105	
110	105	
113	110	2
115	110	
116	115	3
117	115	
118	115	
119	115	
120	115	
122	120	4
123	120	
125	120	

Relativamente às espessuras dos tampos estas foram analisadas caso a caso. Após essa análise, chegou-se a conclusão que apenas as medidas dos tampos em aro de madeira poderiam sofrer alterações.

Por fim, sugere-se que antes do lançamento para a produção de um protótipo de um novo produto, os responsáveis do Gabinete de Design, Produção e Técnico realizem pelo menos uma reunião. Esta terá como objetivo discutir o método de produção desse novo produto, uma vez que pode acontecer de existirem determinados detalhes num componente que não sejam possíveis de serem realizados ou então as dimensões projetadas pelo Designer não serem exequíveis. Este deverá ainda, durante a fase de conceção, verificar se as medidas que pretende atribuir se enquadram em alguma das classes já criada. No caso de não existirem, deverá informar o Gabinete Técnico para proceder à criação de mais uma classe de medidas.

### **5.3.5 Reestruturação do Layout**

Na secção de Maquinagem foram identificados vários problemas, entre eles destacam-se a forte presença de WIP, a perda de material durante o processo produtivo e os fluxos inversos responsáveis pelas movimentações e transportes desnecessários. Uma boa forma de minimizar

estes problemas será reestruturar o *layout* desta secção. Para isso, será necessário analisar os vários fluxos produtivos que ocorrem nesta secção.

Face à enorme variedade de artigos produzidos pela empresa, seria completamente impensável analisar os fluxos produtivos para cada um deles. Assim, antes se partir para a referida análise, foi necessário identificar as famílias de produtos mais produzidas na empresa. Para tal, foi realizada uma análise ABC, que envolveu um levantamento de todos os artigos produzidos pela empresa desde do dia 1 de Janeiro de 2010 até 30 de Março de 2011.

Neste caso, existiam dois tipos de critérios que poderiam ser utilizados para formar famílias de produtos: por tipo de móvel (cômoda, roupeiro, mesas, etc.) ou por linha de produto (Versus, Brasil, Atenas, entre outros). Dado que as maiores diferenças na fase produtiva se encontram no tipo linha, este foi o critério escolhido para formar as famílias de produtos. O resultado da análise ABC pode ser consultado Anexo N.

Visto que os primeiros três produtos são do tipo modular e que por essa razão os componentes que os constituem são demasiado variáveis, optou-se por analisar os processos produtivos para componentes dos móveis da linha Versus. Esses, na sua maioria, são compostos por: ilhargas, almofadas, tampos, gavetas, portas, costas e guias. O atual fluxo produtivo de cada um desses componentes pode ser consultado na Tabela 31 do Anexo O. Contudo, antes de se passar para a reestruturação do *layout*, foram realizadas reuniões com o Diretor de Produção, Encarregado do Departamento de Produção em Branco e chefe de secção de Maquinagem, para analisar os fluxos produtivos de cada componente, com o objetivo de os racionalizar.

Dessas reuniões, conclui-se, que apenas o processo produtivo das gavetas poderia ser racionalizado. Este pode deixar de incluir a segunda passagem na calibradora, reduzindo deste modo uma operação a este processo. Como consequência, será necessário alterar as medidas finais que vêm indicadas nas etiquetas, bem como informar os colaboradores que na operação levada a cabo na malhetadeira, a referência passa a ser a parte superior da gaveta.

Para além da eliminação da segunda calibragem, verificou-se que as furações poderiam ser executadas não só no multifurador mas também no tupiador. Este facto possibilita mais uma opção quando se proceder à reestruturação do *layout*. Na Tabela 8 comparam-se os dois processos produtivos para a produção das gavetas.



**Tabela 8 – Comparação entre o atual e o novo processo produtivo das gavetas**

Atual Processo	Novo Processo
Calibradora	Calibradora
Esquadrejadora	Esquadrejadora
Malhetadeira	Malhetadeira
Multifurador	Multifurador ou Tupiador
Tupia	Tupia
Pré montagem	Pré montagem
Calibradora	Lixadora de gavetas
Lixadora de gavetas	Tupia
Tupia	

Após se garantir que os fluxos produtivos dos vários componentes já se encontram todos racionalizados, procedeu-se então à análise das suas distâncias através do diagrama de Spaguetti apresentado na Figura 64 do Anexo O. Com a ajuda do desenho técnico do *layout* elaborado à escala, foi possível determinar as distâncias percorridas por cada componente, ao longo da secção de Maquinagem. Essas distâncias são apresentadas na Tabela 9.

**Tabela 9 – Distâncias percorridas pelos componentes na secção de Maquinagem**

Componente	Distância (m)
Guias	81,556
Costas	97,639
Gavetas	99,811
Tamos	119,602
Portas	131,841
Ilhargas	174,542
Placa	190,509
Almofadas	259,155

Estes resultados indicam que para montar um móvel da linha Versus, os seus componentes tenham de percorrer um total de 1154,65 m. Mediante os deslocamentos apresentados, depreende-se que estes são bastantes elevados, uma vez que esta secção possui cerca de 43 m de comprimento. Assim, conclui-se que o distanciamento entre as diferentes máquinas não é o mais correto, pois em alguns casos, a distância percorrida chega a ser 3 vezes o comprimento desta secção. Deste modo, para reduzir essas distâncias, realizou-se uma reestruturação do *layout* desta secção, podendo o resultado obtido ser consultado no Anexo P.

## 5.4 SECÇÃO DE MARCENARIA

De acordo com a análise realizada no capítulo 4, os principais problemas encontrados na secção de Marcenaria, estavam relacionados com a falta de organização da casa das ferragens e também com as sucessivas deslocações, por parte dos colaboradores, durante o processo de montagem. Assim, para resolver esses problemas foi necessário realizar um estudo com vista melhorar a organização da casa da ferragem, bem como reduzir as deslocações dos marceneiros.

### 5.4.1 Organização da Casa da Ferragem

Conforme foi descrito na secção 4.4.4 desta dissertação, as ferragens usadas pelos marceneiros são armazenadas em dois sítios diferentes: casa de ferragem 1 e casa de ferragem 2. Esses locais para além de estarem localizados na secção de Maquinagem, não apresentam qualquer tipo de organização, como ilustra a Figura 32.



**Figura 32 – Interior da casa da ferragem 2**

Perante este cenário, para melhorar a organização das ferragens, o primeiro passo será armazená-las todas no mesmo local. Esse novo local deverá ainda situar-se na secção de Marcenaria, por exemplo junto ao esmeril. No entanto, é importante que a atual confusão não permaneça no interior deste novo espaço. Para isso, propõe-se que seja aplicada a metodologia 5S's.

Segundo esta metodologia, a primeira fase consiste em separar o material necessário do desnecessário. Esta separação não deverá ser apenas física, visto que a nível informático existem códigos replicados, bem como códigos diferentes para o mesmo artigo.



Após a separação, é necessário identificar o material e atribuir-lhe um lugar. Para isso, propõe-se que a ferragem seja agrupada por famílias e que se proceda à criação de etiquetas com diferentes cores, isto é, uma cor para cada família. Essas etiquetas, para além da descrição, poderão ainda possuir um código interno que deverá estar mais destacado e também o código do fornecedor, para facilitar no ato da encomenda. A Figura 33 pretende exemplificar como poderiam ser concebidas as referidas etiquetas.

<b>A1</b> Pregos (pistola) 20 MP.FERR.F20	<b>A35</b> Pregos (pistola) 25 MP.FERR.F25	<b>F3</b> Corrediças ocultas tec. 40cm tic tac MP.FERR.0150153
<b>B1</b> Parafusos 3*16 MP.FERR.PARF3x16	<b>B21</b> Parafusos 3*20 MP.FERR.PARF3x20	<b>G5</b> Fechos Tic Tac MP.FERR.0260075
<b>C1</b> Varão P/ Fechaduras MP.FERR.000001	<b>C9</b> Peça P/ Meio do Varão MP.FERR.000036	<b>L3</b> Dobradiças 40x50 de latão MP.FERR.0120113
<b>D1</b> Fechadura Direita (40 mm) MP.FERR.FECH400	<b>D12</b> Fechadura Direita (50 mm) MP.FERR.FECH500	<b>M3</b> Roda c/ Pino Base de Caldeirão MP.FERR.RODCA001

Figura 33 – Proposta de etiquetas para as ferragens funcionais

Para finalizar a aplicação dos 5S é importante estabelecer normas para que a organização se mantenha. Como tal sugere-se que:

- As ferragens passem a ser encomendadas e rececionadas sempre pelas mesmas pessoas, de preferência apenas por uma ou duas pessoas;
- Sempre que chegue um novo tipo de ferragem, esta deverá ser automaticamente identificada;
- Dentro do armazém nunca deverá existir ferragem por identificar;

Por fim, para melhorar o controlo do inventário deste material, propõe-se que a cada produto, seja adjudicada a quantidade e o tipo de ferragem funcional necessária, bem como o respetivo código interno. Deste modo, quando o produto for lançado para a produção será possível saber se existe ou não inventário desse artigo. Esta informação deverá ainda ser acrescentada à ficha de acompanhamento que segue juntamente com o móvel, evitando desta forma que o marceneiro tenha dúvidas relativamente à quantidade e qual o tipo de ferragem que deverá aplicar. Assim, também se evita as deslocações dos colaboradores até junto do seu chefe de secção apenas para recolherem informações sobre que ferragens funcionais deverão aplicar.

### **5.4.2 Racionalização das Deslocações dos Marceneiros**

Para se proceder à racionalização das deslocações dos Marceneiros, primeiramente foi necessário realizar várias observações, com o intuito de identificar as razões pelas quais estas ocorriam. O estudo revelou, que os vários movimentos efetuados tanto pelos colaboradores como pelos materiais devem-se, sobretudo, à falta de espaço para proceder à montagem dos móveis. Esta situação ocorre, mais frequentemente, na área onde se encontram os marceneiros que se dedicam mais à montagem dos produtos do tipo modular. Este tipo de móvel é bastante volumoso, ocupando por isso bastante espaço para o montar. Os modulares, por permitirem diferentes combinações entre eles, fazem com que as quantidades de componentes que circulam sejam superiores às usadas nos restantes móveis, implicando assim mais espaço para os armazenar. Para agravar a situação, a calibradora da secção de Corte fica situada nesse local, diminuindo o espaço disponível.

Através do desenho técnico do *layout* da secção de Marcenaria, foi possível visualizar aproximadamente as áreas de trabalho que cada marceneiro tem à sua disposição. Assim, na Figura 66 do Anexo Q, pretende-se demonstrar qual a área de trabalho mais próxima da bancada de cada marceneiro. As bancadas com os números 7, 8, 9 e 10, correspondem aos marceneiros dedicados à montagem dos modulares. Conforme se pode verificar, os espaços onde podem ocorrer a montagem dos produtos, não são iguais para todos os colaboradores e nem todas as áreas são adjacentes à respetiva bancada, forçando-os a deslocarem-se para outros locais para proceder à montagem do produto.

Outro facto que contribui para as deslocações é necessidade de entreajuda, uma vez que para se manobram móveis de grande porte é preciso a colaboração de pelo menos mais um colega. Perante isto, a atual configuração da secção de Marcenaria não permite, na maioria das vezes, que dois colaboradores estejam suficientemente próximos para se auxiliarem mutuamente, havendo por isso a necessidade de se deslocarem. Primeiro deslocam-se para pedir ajuda e depois para irem até ao local onde está a decorrer a montagem do produto. Por estas razões, propõe-se que o *layout* da secção de Marcenaria seja alterado para a configuração apresentada na Figura 67 do Anexo Q.



## 5.5 SECÇÃO DE MONTAGEM FINAL

O principal problema identificado na secção de Montagem Final, está associado à forma como se encontram organizadas as ferragens decorativas e no modo como é controlado o seu inventário. Neste sentido, para reduzir os desperdícios daí resultantes, o primeiro passo será proceder à organização do local onde as ferragens se encontram armazenadas.

Para tal, poderá ser aplicada a metodologia 5S, seguindo exatamente as sugestões apresentadas para a organização da casa da ferragem da secção de Marcenaria. Essas consistem essencialmente em separar as ferragens obsoletas das restantes, eliminar os códigos que correspondem aos mesmos artigos, criar famílias de ferragens e etiqueta-las igualmente com códigos internos.

Perante a enorme quantidade de ferragens decorativas existente, será ainda necessário proceder à construção/aquisição de um novo armário, visto que o atual não possui capacidade suficiente. Essa falta de capacidade é demonstrada pelo facto de uma gaveta poder conter várias ferragens diferentes. Deste modo, tendo em conta o espaço disponível e sabendo o número total de ferragens usadas, foi projetado um armário que possua a capacidade desejada. Esse encontra-se representado na Figura 34. Conforme se pode verificar, o armário é composto por várias prateleiras que serão preenchidas com as chamadas “caixas de stock” que vão então conter as ferragens decorativas. Posteriormente, cada caixa será devidamente identificada com o código interno e respetiva descrição, bem como o código do fornecedor para auxiliar no ato de encomenda.

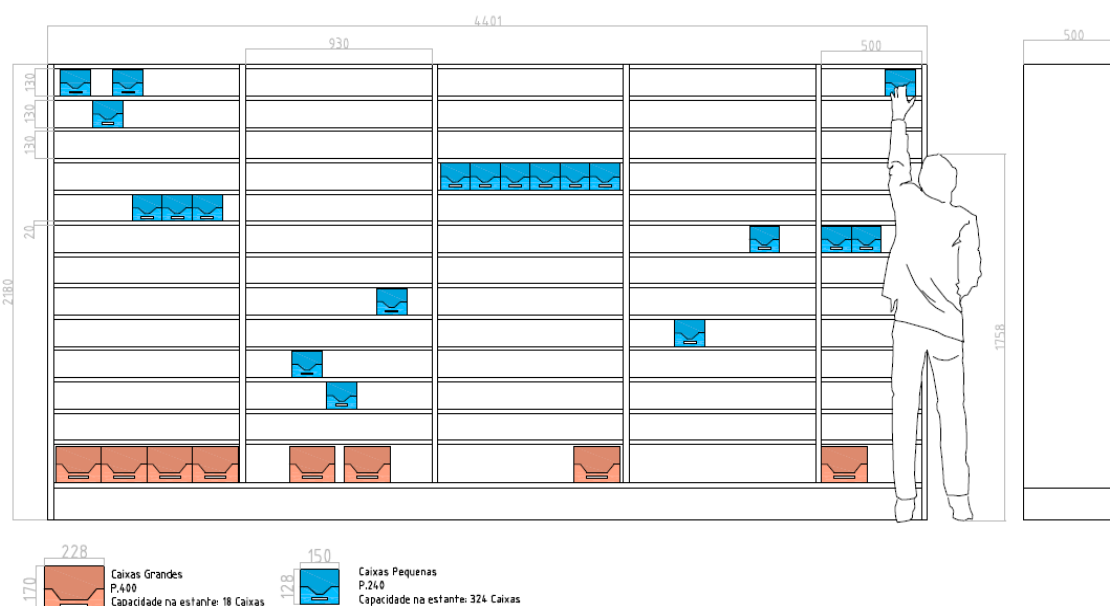


Figura 34 – Proposta para o armário das ferragens decorativas



Para evitar que os colaboradores coloquem a ferragem decorativa errada e não percam tempo atrás dos catálogos dos móveis, propõe-se que para cada produto seja adjudicado o tipo e a quantidade de ferragem, bem como o respetivo código interno. Essas informações poderão ser fixadas na etiqueta do produto para que sejam rapidamente visualizadas. Deste modo, diminui-se a probabilidade de se colocar a ferragem errada num móvel.



## 6 IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Face ao elevado número de melhorias a realizar, foi necessário a empresa estabelecer prioridades. Deste modo, no presente capítulo pretende-se analisar os resultados das medidas implementadas na AM Móveis e ainda demonstrar os possíveis benefícios das propostas sugeridas mas que não foram aplicadas. Contudo, antes da conclusão do projeto, houve medidas que foram iniciadas, mas que devido aos atrasos no fornecimento de materiais que tinham de ser adquiridos, formação e também disponibilidade dos colaboradores, não foram concluídas antes do final deste projeto.

### 6.1 MELHORIA DO PROCESSO DE LIMPEZA DA MÁQUINA CNC

A melhoria do processo de limpeza da CNC-MQ-01, teve como objetivo reduzir ao máximo o tempo que o operador precisa para realizar a limpeza desta máquina. Atualmente, para limpar a quantidade de resíduos acumulados, o colaborador perde diariamente cerca de 30 minutos.

Mediante algumas observações, verificou-se que os cabos (elétricos e de ar comprimido) se encontravam espalhados na parte lateral da máquina CNC, conforme é demonstrado na Figura 35. Esta mistura de cabos dificultava a limpeza da máquina, para além de propiciar a ocorrência de acidentes de trabalho.



**Figura 35 – Cabos antes de serem arrumados**

Assim, o primeiro passo consistiu na alteração na área de trabalho da CNC-MQ-01 e da própria máquina, através da construção de estruturas que permitissem arrumar os vários cabos. Essas alterações encontram-se evidenciadas na Figura 36. Como se pode observar, todos os cabos foram unidos e colocados em suportes de madeira que os elevam do solo a uma altura suficiente para que a vassoura ou pá passem sem problemas, enquanto os restantes foram fixados na parede. Os cabos do ar comprimido usados nas mesas foram encurtados, o que

facilita a passagem da pá e evita que o operador se baixe para os levantar. Outra alteração realizada foi a mudança do tubo de aspiração junto à esquadrejadora para um captador e a introdução de um “pino” de madeira na bancada de apoio recentemente criada, para a colocação do cabo do comando manual.



Figura 36 – Alterações na área de trabalho da CNC-MQ-01



Durante a implementação das medidas anteriormente referidas, verificou-se que o cabo do comando manual era demasiado longo. Assim, optou-se por enrolar o excesso de cabo e prendê-lo com fita-cola de forma a não atrapalhar os movimentos do operador durante o processo de maquinagem das peças e facilitar a sua arrumação no “pino” de madeira.

Dado que as alterações na área de trabalho foram bastante significativas, a etapa que se seguiu foi verificar qual o novo método de trabalho adotado pelos operadores. Assim, constatou-se que esse já era bastante diferente do inicialmente utilizado, variando conforme o colaborador. Como consequência o tempo de limpeza passou a alternar entre os 15 e os 18 minutos. Neste sentido, analisou-se o método de limpeza realizado pelo colaborador que efetuava a tarefa de forma mais rápida e este foi aperfeiçoado. A melhoria introduzida no método, basicamente consistiu em mudar o local das ferramentas de limpeza e agregar operações, o que permitiu minimizar deslocações, e na antecipação de determinadas operações. Para além do mais, foi sugerido que o operador passasse a remover os resíduos junto à esquadrejadora de forma manual, acionando apenas a aspiração, caso a quantidade de resíduos fosse muito pequena. O procedimento que foi elaborado pode ser consultado na Tabela 33 do Anexo R.

Após introduzidas todas as alterações, quer na área de trabalho da máquina CNC quer no método de limpeza, efetuou-se um novo registo do tempo. Este revelou, que os 30 minutos que operador perdia diariamente na limpeza na máquina, foram reduzidos para cerca de 13,5 minutos.

Para ser mais perceptível o que representa esta melhoria para a empresa, os 30 minutos foram convertidos para dias úteis de trabalho, isto é, quanto tempo por ano é que a máquina está parada só para fazer a limpeza. Deste modo, considerou-se que um ano possui cerca de 251 dias úteis e que um dia de trabalho corresponde a 8 horas ou seja 480 minutos. Assim, o tempo útil que o colaborador perdia anualmente para limpar a máquina é dado por:

$$\text{Tempo de Limpeza Anual (antes)} = \frac{251 \times 30}{480} = 15,69 \text{ dias}$$

Este valor, significa que a empresa, durante um ano de trabalho, tem a máquina CNC parada durante 15,69 dias, o que, aliado às despesas com o operador, se torna numa forma de desperdício.

Agora, aplicando o mesmo raciocínio para o novo tempo de limpeza (13,5 minutos), obtém-se:

$$\text{Tempo de Limpeza Anual (actual)} = \frac{251 \times 13,5}{480} = 7,05 \text{ dias}$$

Os resultados obtidos revelam que houve uma melhoria muito significativa. Como tal, todas as alterações e métodos de trabalho aplicados na CNC-MQ-01, foram igualmente estendidos aos restantes equipamentos do mesmo género.

Como se pode verificar, o tempo despendido para a limpeza foi reduzido para menos de metade do anteriormente necessário. Logo os custos associados à limpeza também foram reduzidos na mesma proporção. Esta redução contribuiu ainda para aumentar os índices de produtividade semanal, uma vez que os equipamentos passaram a operar diariamente mais 16 minutos do que o habitual, cumprindo-se assim o objetivo inicialmente proposto.

## 6.2 ANÁLISE SMED

Durante a análise realizada às diferentes secções, constatou-se que tanto as máquinas CNC como a molduradora, apresentavam tempos de preparação bastante superiores aos restantes equipamentos. Como tal, foi elaborada uma análise SMED a estes equipamentos.

Neste sentido, no presente subcapítulo expõe-se os resultados alcançados com a implementação das medidas que resultaram da análise SMED. Contudo, apenas foi implementada a proposta elaborada para a redução dos tempos de preparação das CNCs. Deste modo, para a molduradora mostram-se apenas os resultados que seriam esperados.

### 6.2.1 Molduradora

A molduradora é um posto de trabalho que devido ao seu elevado tempo de preparação acaba por acumular grandes quantidades de WIP. Este surge porque o processo alternativo (plaina/desengrosso) não possui capacidade suficiente e é mais demoroso.

Como forma de minimizar os tempos de preparação da molduradora, foi realizada uma análise SMED a este equipamento. De acordo com os resultados da análise é possível reduzir o tempo de preparação de 18,90 para 15,06 minutos. Para tal, como já foi referido na secção 5.2.2, basta apenas aproximar mais o armário das serras e mós, mas principalmente alterar a forma como sequência operatória é realizada pelo colaborador, permitindo que determinadas operações se processem em simultâneo. Isto implicaria que o colaborador daquele posto recebesse formação adequada e que fosse estabelecido um novo procedimento de trabalho baseado nas alterações propostas. A adoção de um novo método de trabalho comum a todos os



colaboradores (normalização do trabalho), visa eliminar possíveis variabilidades existentes, que se tornam prejudiciais a qualquer processo.

Perante os resultados obtidos a partir da análise SMED, a empresa acabou por não implementar as mudanças sugeridas, visto que a redução do tempo de preparação não era muito significativa (apenas 3,84 minutos), não se tornando assim numa ação prioritária para a AM Móveis. Contudo, é importante salientar que no futuro, o tempo de preparação poderia ser reduzido ainda mais. Para tal, a empresa teria de estar interessada em realizar ligeiros investimentos na aplicação de mecanismos de fixação rápida e na automatização de algumas operações. A introdução destes mecanismos, para além de diminuir o tempo de preparação da molduradora, conduziria ainda a uma redução do número de ferramentas necessárias. Dessa forma o espaço que atualmente é ocupado (Figura 37) passaria a ser menor.



**Figura 37 – Painel de ferramentas da Molduradora**

### **6.2.2 CNC**

Na secção 5.3.1 foi realizada uma análise SMED à máquina CNC-MQ-01, com objetivo de identificar as razões pelas quais estes equipamentos apresentavam tempos de preparação muito elevados e variáveis. Com tal, foram sugeridas diversas medidas que foram sendo aplicadas e aperfeiçoadas ao longo do tempo. Entre as propostas apresentadas, destaca-se a aplicação da metodologia 5S e a normalização do método de trabalho.

### **Aplicação da Metodologia 5S**

A introdução da metodologia 5S na CNC-MQ-01 teve como principal objetivo a redução do tempo despendido na procura de ferramentas/material e nas movimentações desnecessárias por parte do seu operador, durante a fase de preparação da máquina.

A primeira etapa consistiu na identificação das áreas que apresentavam uma total desorganização. O cenário antes da implementação dos 5S era o evidenciado na Figura 38. Como se pode constatar, as ventosas de “MDF” encontram-se espalhadas pelo chão, o carro de ferramentas era usado como bancada, e as ferramentas colocadas sobre o tampo variam dia de para dia. Dentro do carro, reina a total confusão, dado que é possível encontrar desde chaves de parafusos, papéis, manuais, rolos de fita-cola, peças de ventosas, panos, ferragens, brocas, lâminas, entre muitas outras ferramentas utilizadas tanto nas máquinas CNC, como em toda a secção de Maquinagem. No caso das brocas e lâminas, estas encontravam-se dentro de caixas sem identificação ou embrulhadas em papel de jornal, e para além de estarem dentro do carro de ferramentas, existiam algumas no armário das fresas. Já no caso das fresas, estas encontravam-se espalhadas pelo armário, onde muitas nem sequer possuíam a devida identificação.

Após identificados os pontos que precisavam de intervenção, foi realizada uma reunião com o encarregado do Departamento de Produção em Branco e com o chefe de secção de CNC, com vista a informa-lo dos problemas que resultavam caso se continuasse a manter o posto de trabalho naquela desorganização. Neste sentido, foi pedido ao chefe de secção, que juntamente com os operadores de CNC, comesçassem por separar todos os itens que efetivamente eram utilizados naquele equipamento, daqueles que poderiam ser dispensados. Após a separação, foi concebida uma estrutura para acolher as ferramentas e os materiais usados naquele posto e uma bancada para apoiar a troca das brocas e lâminas. Deste modo, deu-se início à primeira e à segunda etapa da metodologia 5S (Separar e Arrumar).





**Figura 38 – Cenário antes da implementação dos 5S na CNC-MQ-01**

As alterações no posto de trabalho foram sendo monitorizadas, a partir de reuniões semanais com encarregado do Departamento de Produção em Branco, Diretor de Produção e o chefe de secção de CNC. As sugestões dos colaboradores também foram uma mais-valia, pois proporcionaram pequenos ajustes às alterações anteriormente propostas. O resultado da aplicação das primeiras etapas do método 5S, neste posto de trabalho, encontra-se ilustrado na Figura 39.





**Figura 39 – Cenário após a implementação dos 5S na CNC-MQ-01**

Posteriormente estenderam-se estas melhorias às restantes máquinas CNC, ficando assim concluída a quarta etapa do método, a normalização. A monitorização do andamento dos trabalhos foi efetuada através de reuniões semanais com o chefe de secção de CNC.

### **Normalização do Método de Trabalho**

Na análise SMED realizada, constatou-se que um dos fatores responsáveis pelas flutuações nos tempos de preparação das máquinas CNC, devia-se à ausência de um método de trabalho por parte dos operadores destes equipamentos. Neste sentido, foi sugerido um



procedimento de trabalho tanto para o operador da máquina CNC como para o seu chefe de secção. Os procedimentos estabelecidos podem ser consultados na Tabela 34 e na Tabela 35 do Anexo R.

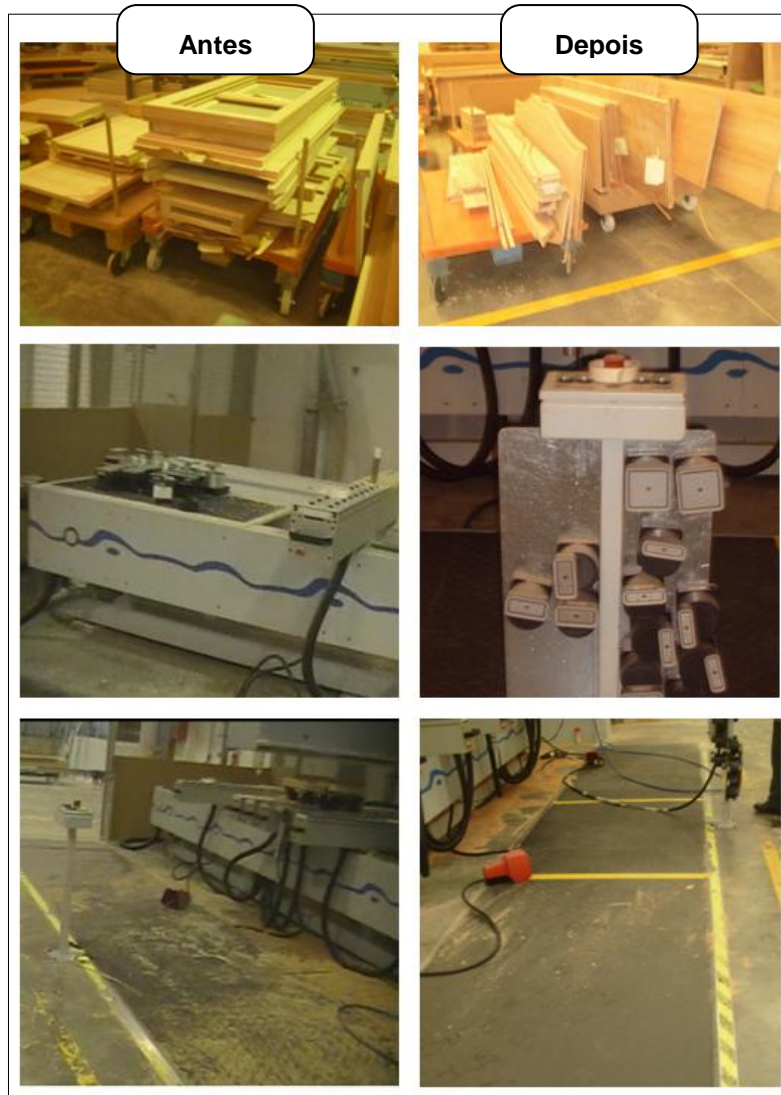
O procedimento elaborado para o chefe de secção de CNC tinha como objetivo garantir que a máquina nunca parava pelo facto dos programas se encontrarem indisponíveis quando necessários ou pela falta de fresas, bem como para evitar as deslocações do operador devido à necessidade das fresas polivalentes ou então para buscar material a montante. Já no caso do procedimento para o operador, o objetivo era normalizar o seu método de trabalho, visto que o colaborador não efetuava sempre a mesma sequência de operações.

Apesar dos procedimentos terem sido apresentados, apenas o procedimento proposto para o chefe de secção foi completamente adotado. No entanto, embora o operador não tivesse tido formação na nova forma de proceder à preparação da máquina, este foi informado de como deveria passar a realizar a referida tarefa. Perante este facto, os tempos de preparação da máquina continuaram a oscilar, em função do procedimento ser mais ou menos cumprido.

### **Outras Alterações**

Da análise SMED surgiram ainda outras alterações que acabaram por ser implementadas, conforme é demonstrado na Figura 40. De todas as propostas apresentadas, apenas o esquema representativo da disposição das ventosas e a colocação da fita métrica em cada uma das barras da mesa não foi implementado. Estas acabaram por não ser implementadas devido à indisponibilidade dos colaboradores para inserirem o esquema em todas as etiquetas ou programas de todos os produtos. Porém, para os produtos que possuem recortes mais elaborados, em que as ventosas têm de ser colocadas em lugares mais específicos, foram criados moldes em placa, para serem dispostos sobre a mesa como forma de evitar a constante aplicação e remoção das ventosas ou mesmo paragem da máquina para as ajustar.

Para resolver o ajuste das ventosas em “MDF” – as mais complicadas de aplicar –, os seus lugares foram desenhados nas barras da mesa com marcadores vermelhos e verdes. Contudo, pelo facto de não existir este tipo de referências para todos os produtos, continuou a registar-se a ocorrência de ajustes finais e a disposição das ventosas por tentativa erro, contribuindo para a oscilação dos tempos de preparação.



**Figura 40 – Alterações propostas após análise SMED**

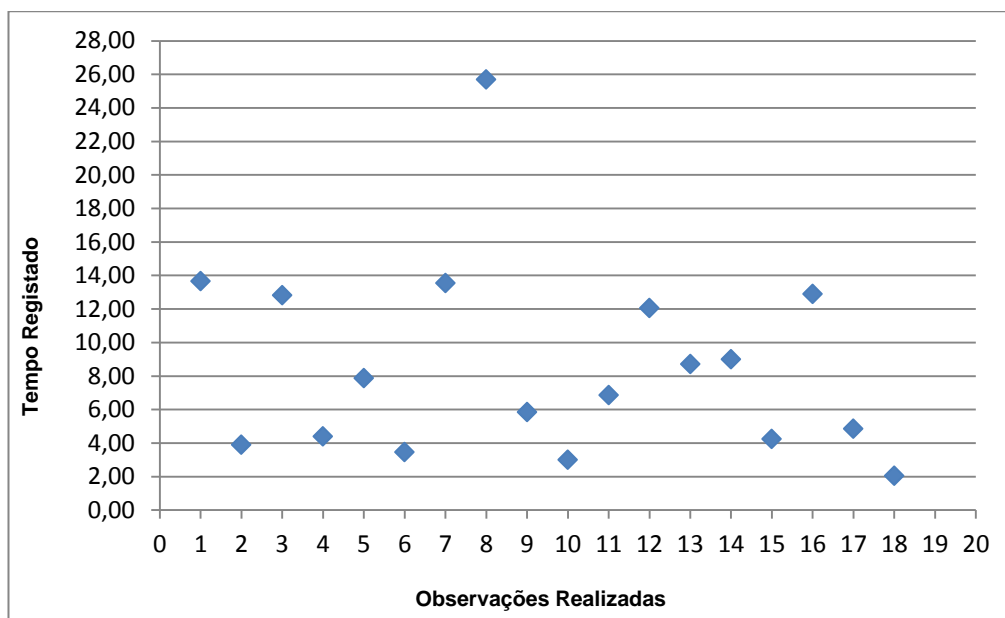
Para resolver o problema da dificuldade de remoção dos “pinos” azuis, foi ainda concebida a ferramenta que se encontra ilustrada na Figura 41. No entanto, verificou-se que esta nem sempre é utilizada, visto que o operador desenvolveu uma técnica que facilita a remoção dos “pinos”. Assim, esta ferramenta só é usada caso o operador não consiga remover os “pinos” na primeira tentativa.



**Figura 41 – Ferramenta usada para a remoção dos “pinos” azuis**



Para averiguar os resultados obtidos com a implementação das alterações anteriormente apresentadas, foram observadas várias preparações procedendo-se ao respetivo registo em vídeo. A análise dos vídeos permitiu concluir que os tempos de preparação da máquina CNC-MQ-01 passaram a variar entre 2,04 e 25,68 minutos, conforme se pode verificar no gráfico da Figura 42. O tempo médio das preparações passou de 17,96 minutos para 8,48 minutos.



**Figura 42 – Novos tempos de preparação da CNC-MQ-01**

Tal divergência entre valores pode dever-se a um conjunto de fatores. Primeiro, o operador quase não nunca respeita o procedimento de trabalho que foi estabelecido, mantendo assim velhos hábitos como: encostar material à parede, preparar apenas uma das mesas, grosar lotes completos e efetuar constantes medições dos componentes e mesas/ventosas quando a máquina está parada. Em várias ocasiões o operador mistura operações antigas com algumas das etapas do novo método de trabalho, resultando num novo procedimento completamente diferente. Deste modo, na Tabela 10, compilou-se todo tipo de operações que atualmente são realizadas pelo operador da máquina CNC, diferenciando-as em operações internas e externas. Contudo, durante as observações registadas, nunca se verificou toda a sequência descrita para a mesma preparação, o que significa que estas vão sendo combinadas entre si.

Tabela 10 – Operações atualmente efetuadas

Op.	Designação	Tipo	Descrição da Operação
A	Limpeza da mesa da CNC/componente	Interna/ externa	Remove de cima da mesa e do componente os resíduos resultantes do processo.
B	Separar componentes	Interna/ externa	Quando os componentes estão nos antigos carros o operador tem de separar o material, encostando-o à parede, o que significa perder tempo
C	Preparar o próximo componente	Interna externa	Consiste em grosar o material a processar
D	Troca de ventosas	Interna/ externa	O operador só efetua deslocações para buscar as ventosas em "MDF" ou metálicas
E	Medir componente	Interna/ externa	
F	Colocação das ventosas/Ajustar as barras da mesa	Interna/ externa	Colocação das ventosas e ajusta a mesa por tentativa e erro, através de várias medições com a fita métrica.
G	Deslocações ao painel de controlo	Interna/ externa	Serve para ir buscar o programa que será utilizado, confirmar se as ventosas estão bem posicionadas, bem como para efetuar pequenos ajustes às coordenadas do programa, ou ainda identificar as fresas que serão de usadas.
H	Colocação do componente	Interna/ externa	Colocação do componente em cima das ventosas.
I	Buscar fresas	Interna	O operário abandona a máquina e desloca-se ao armário das fresas para trazer a nova fresa, mas nunca as fresas polivalentes, essas cabe ao chefe de secção ir busca-las e coloca-las no respetivo carro
J	Trocar as fresas	Interna	Consiste em abrir o alimentador, procurar uma fresa que possa ser retirada e substituí-la pela nova fresa.
K	Arrumar fresas	Interna	O operário abandona a máquina e desloca-se ao armário das fresas para colocar a fresa que foi retirada.
L	Buscar brocas	Interna	Operador abandona a máquina e desloca-se ao armário das fresas para trazer a broca necessária
M	Trocar as brocas	Interna	Retira uma fresa da CNC ou armário das fresas e efetua a troca na respetiva bancada
N	Transporte de componentes	Interna/ externa	O operário transporta os componentes processados para o posto seguinte
O	Ajustes Finais	Interna/ externa	Após o componente já se encontrar posicionado na mesa, o operário sente a necessidade de fazer pequenos ajustes à posição das ventosas e/ou das barras da mesa.
P	Buscar lâminas	Interna	O operário vai ao armário e traz a lâmina necessária.
Q	Troca de lâminas	Interna	Retira-se a lâmina da fresa, desapertando os parafusos que prendem a lâmina. A fresa pode estar no armário ou na própria CNC.
R	Buscar carros vazios	Interna/ externa	Operador abandona a máquina e vai buscar carros de transporte vazios

Pelo facto do operador nunca proceder sempre do mesmo modo, existem operações que durante umas preparações são do tipo interno e noutras são do tipo externo. Assim, constatou-se que os menores tempos de preparação foram registados, quando uma parte das operações assinaladas como sendo do tipo interno/externo, ocorreram no período de funcionamento da





máquina. Por outras palavras, quando os procedimentos estabelecidos para o operador e chefe de secção eram minimamente cumpridos, registavam-se tempos na casa dos 2 a 3 minutos.

Outra contribuição para a variação dos tempos de preparação, está relacionada com o facto do material que vai ser processado nem sempre vem nos carros verticais, obrigando o operador a separar o material e encostá-lo à parede. Assim, conclui-se que a quantidade de carros verticais que foram concebidos ou adaptados não foi suficiente, devendo a empresa proceder à criação de mais carros deste género.

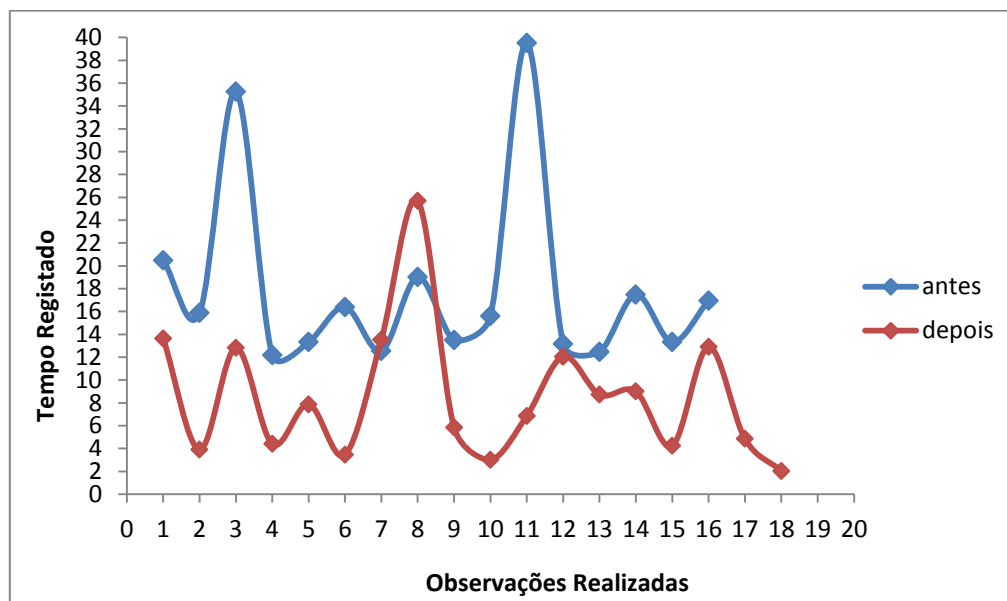
Por fim, a oscilação dos tempos de preparação, pode também dever-se ao facto de durante o período que ocorreram as observações, a secção de CNC passou a operar com menos um funcionário. Como tal, o chefe de secção passou a operar máquina, enquanto a empresa não contratava alguém para voltar assumir o controlo deste equipamento. Apesar de esse período ter sido breve, quando a empresa contratou um novo funcionário, foi necessário o chefe de secção dar a formação adequada a esse novo colaborador da AM. Como consequência, as tarefas que lhe haviam sido delegadas, pelo procedimento estabelecido, passaram a ficar para segundo plano, obrigando o operador a voltar a realizá-las sempre que o seu responsável não podia.

Embora este contratempo possa ter influenciado os tempos de preparação das máquinas CNC, pode-se concluir que as medidas aplicadas permitiram alcançar o objetivo proposto, ou seja, reduzir os tempos de preparação destes equipamentos. Para além do mais, a implementação das propostas apresentadas, possibilitou aumentar a produtividade desta secção, que pode ser comprovada pela análise do gráfico apresentado no Anexo S. Este é utilizado para medir os índices de produtividade de uma determinada secção.

De acordo com o gráfico, os índices de produtividade das primeiras 5 semanas, encontram-se acima do indicador alvo, devido à empresa ter adquirido nesse período a terceira máquina CNC (aquela que se encontra na área de preparação dos modulares). A análise SMED foi finalizada em finais de Fevereiro (semana 9), sendo a partir desse momento que começaram a ser debatidas e apresentadas as propostas iniciais. Nas semanas que se seguiram deu-se início às alterações na área de trabalho das CNCs, e após a semana 13 uma grande parte das medidas já havia sido implementada. Conforme se pode verificar, entre a semana 13 e 24, a produtividade excede quase sempre o indicador alvo. A única exceção encontra-se na semana 18, porque nesse período foram produzidos protótipos de novos produtos e como tal, o cálculo dos indicadores de produtividade tiveram de ser ajustados. Depois da semana 24, a

produtividade desce abruptamente, uma vez que foi a partir desse momento que a secção passou a operar com menos um colaborador, tendo então o chefe de secção deixado de cumprir as tarefas estipuladas no seu procedimento de trabalho.

Após a implementação das propostas resultantes da análise SMED, conclui-se que é possível reduzir os tempos de preparação das CNCs para valores de apenas um dígito. A aplicação das medidas sugeridas possibilitou reduzir do intervalo de variação dos tempos de preparação, conforme ilustra o gráfico da Figura 43, visto que os tempos passaram de um máximo de 39,57 para 25,68 minutos, enquanto o mínimo passou de 12,08 para 2,04 minutos.



**Figura 43 – Comparação entre os tempos de preparação**

A eliminação de operações de preparação como: medir as brocas, “casar” os componentes, arrumar brocas e lâminas, trocar as peças das ventosas e encostar material à parede (sempre que este vem nos carros verticais), contribuíram para que os tempos de preparação fossem reduzidos. Porém, a empresa necessita de estabilizar a variabilidade ainda existente nos processos de preparação da máquina, bastando para isso garantir que os colaboradores cumpram com os procedimentos de trabalho estabelecidos. Para tal, é necessário que os operadores recebam a formação adequada e que o seu trabalho seja monitorizado até que o procedimento se torne na rotina habitual.

Com as alterações propostas, foi possível eliminar os tempos na procura de ferramentas/material, como por exemplo os 1,29 minutos despendidos na medição das brocas, para encontrar a broca correta. O espaço ocupado pelas ferramentas/material foi igualmente reduzido, por exemplo as ventosas em “MDF” ocupavam uma área de 2,75 m<sup>2</sup> e passaram a



ocupar apenas 0,96 m<sup>2</sup>. Segundo a opinião de um dos operadores deste equipamento “*todas as mudanças introduzidas revelaram ser de grande importância no melhoramento do meu trabalho. Entre elas, destaco organização e aproximação do local das ventosas, alteração no formato dos carros e organização do armário das fresas e brocas*”.

Por fim, as movimentações realizadas pelo operador também foram reduzidas, pois para além da distância percorrida entre o armário das fresas e a CNC ter sido reduzida de 18,40 m para 8 m, o colaborador já não se desloca para ir buscar as ventosas convencionais (5,58 m) nem as fresas polivalentes (29,48 m se for a CNC vizinha e 103,04 m se for até à área de preparação dos modulares).

## 6.3 ORGANIZAÇÃO

Um dos pontos que foi necessário melhorar em cada uma das diferentes secções, exceto a secção de Corte, foi a sua organização. Como tal, recorreu-se à metodologia 5S, que aliada a outras técnicas como a análise ABC, possibilitou organizar as secções analisadas. Dessas, apenas foi possível implementar as propostas sugeridas para o Armazém de Madeiras e a secção de Marcenaria. No caso da secção de Maquinagem e Montagem final, as propostas apresentadas foram iniciadas, mas no entanto não foram concluídas antes do final deste projeto.

Assim, neste capítulo, pretende-se demonstrar os resultados obtidos com a aplicação das propostas elaboradas para o Armazém de Madeiras e secção de Marcenaria, bem como os resultados que serão esperados quando as restantes propostas forem completamente implementadas na secção de Maquinagem e Montagem final.

### 6.3.1 Armazém de Madeiras

O projeto levado a cabo no Armazém de Madeiras consistia em melhorar a organização daquele local, com vista a reduzir os desperdícios daí resultantes e a estabelecer um melhor aproveitamento desse espaço. Para atingir tal objetivo, foi proposta a aplicação da metodologia 5S.

Conforme foi referido na secção 5.1, as principais alterações passavam essencialmente por mudar o traçador horizontal para a secção de Corte, eliminar a parede de chapa e arrumar e identificar as madeiras de acordo com a análise ABC realizada. Essa análise serviu para identificar as madeiras utilizadas, para quando o Armazém fosse reorganizado, essas madeiras fossem as de mais fácil acesso.



O primeiro passo consistiu em mudar o traçador horizontal para a secção de Corte. Essa alteração permitiu aumentar a capacidade do Armazém em cerca de 59 m<sup>2</sup>. De seguida removeu-se a parede de chapa existente ficando assim completa a primeira etapa da aplicação da metodologia 5S.

Após todas as áreas do Armazém se encontrarem livres, deu-se início à sua arrumação e limpeza. Para tal, os colaboradores apoiaram-se na análise ABC efetuada e no esquema que ilustrava uma possível forma para a disposição das madeiras. As paletes foram identificadas com as etiquetas, ilustradas na Figura 44 e que já eram utilizadas pela empresa para indicar o tipo de madeira e a respetiva espessura.



**Figura 44 – Etiquetas usadas na identificação da madeira**

Os resultados alcançados com a implementação das sugestões apresentadas podem ser visualizados na Figura 45. Essa ilustra o número de paletes de madeira que foi possível alojar no antigo espaço onde se encontrava o traçador horizontal e na forma como o Armazém se encontra atualmente arrumado. Contudo, a marcação do chão não foi levada a cabo, visto que a empresa pretende a curto prazo deixar de usar alguns tipos de madeiras, substituindo-as por outras já utilizadas. Por exemplo, substituir a madeira de cerejeira de 27 mm por PC Maple de 30 mm.

A aplicação da metodologia 5S aliada à análise ABC possibilitou aumentar a capacidade de armazenamento do Armazém de Madeiras, melhorando ainda o acesso a esta matéria-prima. A sua organização eliminou o desperdício de movimentação, uma vez que o colaborador já não necessita de empilhar as paletes de madeira. Como consequência, o colaborador percorre agora uma menor distância, o que se reflete numa redução do tempo de abastecimento do traçador horizontal.



**Figura 45 – Resultados da organização do Armazém de Madeiras**

Para verificar quais os ganhos obtidos a nível de tempo, na Tabela 11 analisa-se os tempos médios de deslocação do colaborador do traçador horizontal, antes e depois do Armazém ter sido organizado. Assim, o tempo de arrumação refere-se ao tempo empregue na separação da madeira para aproveitamento daquela especificada nas ordens de produção. Por outro lado, os tempos mencionados como “carros de transporte” estão associados à movimentação dos carros de transporte com ou sem material. Por fim, existe ainda o tempo de abastecimento do traçador horizontal. Esse abastecimento pode ser realizado com o auxílio do empilhador ou então manualmente. No caso das movimentações manuais, essas são efetuadas para transportar pequenas tábuas do Armazém ou então a madeira de aproveitamento localizada carro vertical.

**Tabela 11 – Tempos de deslocação do operador do Traçador Horizontal**

Tempos médios (min.)	Antes	Depois	Diferenças
<b>Arrumação</b>	1,40	1,49	-0,09
<b>Transporte Manual</b>	1,55	1,09	0,46
<b>Transporte Empilhador</b>	5,59	3,29	2,29
<b>Carros Transporte</b>	0,59	0,58	0,01

Os resultados apresentados mostram que o tempo de abastecimento com o recurso ao empilhador foi o que revelou uma melhoria mais significativa, na medida que foi reduzido para cerca de metade. Contudo, prevê-se que esse tempo possa ser reduzido ainda mais. Para isso, será necessário que a disposição das madeiras se torne mais visível, ou seja, facilmente identificável. Uma boa forma de o conseguir seria através da marcação do chão distinguindo as áreas das diferentes madeiras por cores e associar-lhes etiquetas maiores e igualmente coloridas.

De seguida, para verificar se o tempo na utilização do traçador horizontal foi de facto rentabilizado, analisou-se o conteúdo de trabalho do colaborador durante períodos de uma hora. Neste sentido, na Tabela 12 apresenta-se, em forma de percentagem, o tempo médio despendido durante as operações de Corte que requerem a utilização deste equipamento.

**Tabela 12 – Análise do tempo médio despendido no Traçador Horizontal**

Total	Antes		Depois		Diferenças
	Minutos	%	Minutos	%	
<b>Tempo Útil</b>	14,800	24,67%	17,210	28,68%	4,02%
<b>Tempo Preparação</b>	13,058	21,76%	17,053	28,42%	6,66%
<b>Movimentos</b>	28,620	47,70%	23,745	39,58%	-8,13%
<b>Perdas no sistema</b>	3,522	5,87%	1,992	3,32%	-2,55%

Mediante os resultados obtidos, conclui-se que de facto existiu um ligeiro aumento no tempo de utilização do traçador horizontal. Como consequência, o seu operador necessita de efetuar mais preparações, o que justifica o aumento do tempo de preparação apresentado. Contudo, embora o tempo despendido em movimentações tenha sido reduzido, este continua a ser bastante elevado, sendo por isso um ponto onde a empresa deverá insistir para obter melhores resultados no futuro.

Porém, é importante que os benefícios já alcançados sejam mantidos. Para tal, é necessário estipular regras de arrumação diárias e garantir que estas são cumpridas. Deste modo, espera-se que a última etapa da metodologia 5S (manutenção) não seja ignorada pela empresa, caso contrário, esta arrisca-se a perder tudo o que já foi conquistado até ao momento.

### **6.3.2 Secção de Maquinagem**

A Maquinagem é uma secção que apresenta diversos problemas que podem estar associados à sua desorganização. Como tal, foram propostas algumas medidas que visam proporcionar mais organização a esta secção. Entre elas encontra-se a metodologia 5S.



Embora a aplicação da metodologia 5S traga vantagens para melhorar a organização da secção de Maquinagem, a sua implementação apenas foi iniciada, ou seja, apenas foram introduzidas algumas pequenas melhorias. Um dos locais abrangidos foi o armário ilustrado na Figura 46. Este era utilizado para colocar as fresas das tupias, as serras das várias esquadrejadoras existentes na empresa, óleos e alguns equipamentos usados para realizar a manutenção das máquinas, entre outro tipo de ferramentas.



**Figura 46 – Armário de ferramentas**

Visto que muitos dos materiais usados na manutenção são comuns a diversos equipamentos, e como esses se encontram espalhados pela secção ou no interior do armário de ferramentas, foi sugerido que essas ferramentas passassem a ser guardadas num só local (antiga casa da ferragem 2). No caso das fresas das tupias, estas foram transferidas para junto desses equipamentos, uma vez que os colaboradores percorriam cerca de 8,5 metros sempre que necessitavam de trocar de fresa. Este material, além de ter sido deslocado de sítio foi devidamente organizado, conforme é demonstrado na Figura 47.

Através desta pequena alteração, eliminou-se os 8,5 metros percorridos entre as tupias e o local de armazenamento das fresas, bem como o tempo despendido na procura de ferramentas. A remoção do armário de ferramentas permitiu ainda libertar uma área de cerca de 2,4 m<sup>2</sup>. A percentagem de defeitos provocados pela provável aplicação de ferramentas erradas ou gastas também foi diminuída, pois como se pode verificar na Figura 47, existe agora um local dentro do armazém da manutenção destinado para material em manutenção, como por exemplo as serras ou fresas que precisam de ser afiadas.



**Figura 47 – Atual organização do conteúdo do armário de ferramentas**

Contudo, quando a implementação dos 5S tiver sido completamente concluída, é esperado que as áreas de trabalho fiquem mais bem definidas, separando assim os locais de passagem e stock de material, das respetivas áreas de trabalho. Deste modo, elimina-se a movimentação de carros de transporte, que muitas vezes são deslocados apenas para facilitar a passagem, ou porque o colaborador precisa de mais espaço para manobrar as máquinas, ou então para realizar a sua tarefa. Prevê-se ainda, que ocorra a redução de mais distâncias percorridas e que se eliminem os tempos despendidos na procura de ferramentas ou material, como acontece quando é necessário aplicar algum tipo molde nos produtos.

Outra das medidas apresentadas recaía na aplicação dos carros verticais, não só para as máquinas CNC, mas para toda a secção. Ao serem adotados pelos restantes postos da





Maquinagem, os carros verticais, possibilitaram reduzir o tempo que atualmente os colaboradores perdem a separar o material, pois evitam que os componentes venham sobrepostos uns sobre os outros.

Por fim, colocou-se a hipótese do material, em vez de ser separado nos carros de transporte por tipo de componente, vir organizado por tipo de móvel, o que implicaria alterar a forma de elaboração do Plano Produção. Com a introdução desta medida espera-se que os *lead times* sejam reduzidos e que os móveis comecem a chegar à secção de Marcenaria com todos os componentes necessários. Deste modo, evita-se o tempo de espera na Marcenaria, causado pela ausência de algum componente e elimina-se o desperdício de matéria-prima devido aos componentes terem sido produzidos mas entretanto perderam-se durante o processo. O facto dos componentes se perderem durante o processo, origina várias movimentações e perdas de tempo dos colaboradores para procurarem esse componente, implicando ainda que outros processos tenham de ser interrompidos para processar o componente em falta, podendo assim conduzir a atrasos na produção. Consequentemente poderá ser necessário realizar horas extraordinárias para que os prazos de entrega sejam cumprimentos. Todos estes desperdícios poderiam ser eliminados, ou pelo menos reduzidos, se os produtos passassem a ser agrupados por tipo de móvel.

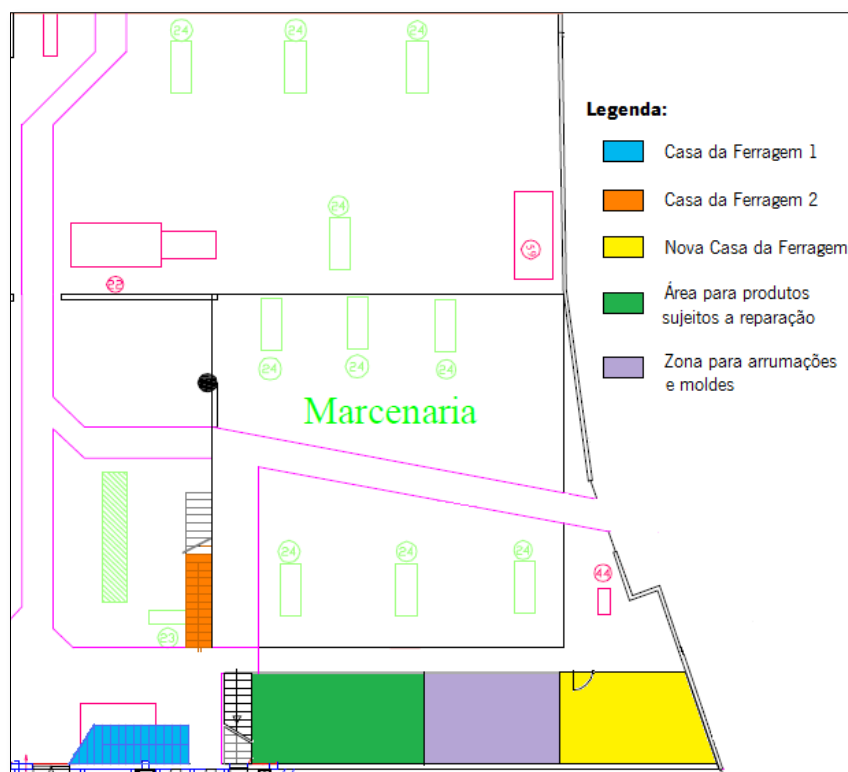
Em suma, a implementação da metodologia 5S, aliada à nova forma de organizar o material vindo da secção de Corte, permitiria eliminar movimentações e transportes considerados desnecessários, reduzir o número de defeitos e tempos de espera, bem como o desperdício de matéria-prima e melhorar a organização dos componentes de cada produto.

### **6.3.3 Secção de Marcenaria**

Na secção 4.4.4 deste documento, foram identificados alguns problemas associados à ferragem funcional. Esses provinham da sua falta organização, quer a nível físico como informático, bem como da existência de dois locais distintos para as armazenar. Deste modo, para estabelecer a organização necessária foi sugerido a aplicação da metodologia 5S e ao mesmo tempo proceder à criação de um espaço único que pudesse acolher as todas ferragens.

O primeiro passo consistiu em encontrar um local, situado na secção de Marcenaria, que fosse suficientemente espaçoso para armazenar todas as ferragens num só lugar. Assim, na secção de Marcenaria existia uma área dedicada para arrumações e armazenamento de moldes. Devido a essa área ser bastante espaçosa, verificou-se que ao longo do tempo os colaboradores

tendiam a lá colocar todo e qualquer tipo de material, ou seja, começava-se a acumular algum “lixo”. Por esse motivo, decidiu-se construir aí a nova casa de ferragem. A Figura 48 pretende demonstrar as localizações das diferentes casas de ferragem, bem como o local onde foi construído o novo armazém para esse material.



**Figura 48 – Localização geográfica dos armazéns de ferragem**

De seguida, determinou-se as distâncias percorridas entre a bancada do chefe de secção e cada uma das casas de ferragem. Para tal, recorreu-se ao desenho técnico do *layout* elaborado à escala. O resultado obtido encontra-se exposto na Tabela 13.

**Tabela 13 – Distâncias percorridas entre as diferentes casas de ferragem**

Local de Armazenamento de Ferragem	Distâncias (m)
Bancada do chefe de secção - casa da ferragem 1	13,274
Bancada do chefe de secção - casa da ferragem 2	11,895
Casa da ferragem 1 - casa da ferragem 2	8,934
Bancada do chefe de secção - nova casa da ferragem	12,046

À primeira vista, a redução dos metros percorridos pode parecer não ser muito significativa. Aliás, comparando a deslocação efetuada da Marcenaria para a casa da ferragem 2, com a que é realizada para o novo armazém, esta última apresenta uma distância ligeiramente superior. Contudo, é importante salientar que como a ferragem não se encontrava toda o mesmo local, quando o chefe de secção necessitava de abastecer os marceneiros, este



tinha de se deslocar até ambas as casas. Deste modo, à distância percorrida entre a secção de Marcenaria e qualquer uma das casas de ferragem, é necessário somar os 8,93 metros que as separam. Esse trajeto pode ainda ser realizado mais do que uma vez durante o processo de abastecimento, pois pode acontecer, o chefe de secção estar na casa de ferragem 1 e verificar que não recolheu todo o material que precisava da casa 2, necessitando de lá voltar. Assim, na realidade, o chefe de secção percorria sempre mais de 20 metros em cada abastecimento efetuado.

A simples junção de toda a ferragem no mesmo local permitiu reduzir as distâncias percorridas, minimizando deste modo as movimentações realizadas pelo chefe de secção. Além do mais, o espaço da secção de Marcenaria foi rentabilizado, já que a área dedicada a arrumações e moldes foi organizada e limpa, deixando então de existir espaço ocupado com material obsoleto, ou seja “lixo”. A passagem das casas de ferragem para a secção de Marcenaria facultou ainda a libertação de espaço na secção de Maquinagem, cerca de 11,63 m².

Após a criação do armazém de ferragens, a fase que se seguiu foi a colocação do material no seu interior. No entanto, como esta mudança ocorreu de forma gradual, a desorganização anteriormente existente foi igualmente transportada para o novo espaço. Só quando todas as ferragens já se encontravam no novo armazém é que se deu início à aplicação da metodologia 5S.

De acordo com a primeira etapa do método, procedeu-se à separação dos itens essenciais dos dispensáveis. Contudo, essa separação não foi apenas física, mas também a nível informático. Neste sentido, foi necessário analisar a base de dados que continha os registos de todas as ferragens existentes. A análise revelou a existência de cerca de 367 códigos diferentes para as ferragens funcionais. Dessas, foram verificadas quais as ferragens que no último ano apresentavam movimentos de compras ou possíveis saídas de inventário. Assim, aquelas cujos registos eram superiores a um ano foram bloqueadas ou apagadas do sistema. Quanto às restantes, foi ainda necessário efetuar um segundo filtro, visto que muitas apresentavam descrições diferentes mas na realidade correspondiam ao mesmo artigo. Porém, no meio do material considerado imprescindível, surgiram ferragens que não apresentavam qualquer tipo de código, sendo então necessário proceder à sua criação.

Após o sistema informático se encontrar devidamente limpo e atualizado, os 367 códigos existentes foram reduzidos para cerca de 150. Isto indica, que de facto, mais de metade dos



códigos existentes pertencia ao mesmo tipo de ferragem ou a material obsoleto. Na Figura 49, encontra-se representada a quantidade de material desnecessário existente dentro do armazém de ferragens.



**Figura 49 – Ferragens funcionais obsoletas**

Durante a aplicação da segunda fase dos 5S, foram constituídas famílias de ferragens, atribuíram-se códigos internos para cada família, criaram-se etiquetas e construíram-se novos armários, bem como remodelaram-se os antigos. Deste modo, cada uma das ferragens foi devidamente arrumada e identificada. O resultado alcançado com a aplicação das primeiras três etapas da metodologia 5S pode ser visualizado na Figura 50.

Por fim, as fichas onde se registam as saídas de inventário foram igualmente atualizadas, retirando os códigos recentemente apagados ou bloqueados e acrescentando os códigos internos. Contudo, a proposta de adjudicar as respetivas quantidades e códigos a cada produto, embora tenha sido iniciada, tornou-se uma tarefa bastante demorada devido à grande variedade de produtos produzidos pela empresa. Esta é assim uma tarefa para ser realizada a longo prazo, mas que quando concluída, permitirá efetuar um melhor controlo do inventário existente e reduzir as dúvidas relacionadas com o tipo e quantidades a aplicar.

Através a aplicação da metodologia 5S, foi possível organizar as ferragens funcionais. Tal organização proporcionou a eliminação do tempo despendido na procura das ferragens, bem como a minimização das deslocações do chefe de secção dentro do próprio armazém e ainda a rentabilização desse espaço. Como consequência, para além das ferragens funcionais, foi possível armazenar outros pequenos materiais que eram guardados em diferentes áreas. Esses eram igualmente usados pelos marceneiros, mas que devido à falta de espaço eram colocados noutros locais. Entre eles destacam-se os bits, a fita-cola e a cola Loctite que eram guardados nos escritórios por cima do Gabinete Técnico, enquanto as lixas e as colas estavam dispostas na



área destina às arrumações e moldes. Todo este material foi devidamente identificado e acondicionado dentro da nova casa da ferragem.



**Figura 50 – Armazém de ferragem após aplicação da metodologia 5S**

Uma outra vantagem surgiu para os colaboradores do Gabinete Técnico. Estes, por vezes, precisam de consultar amostras de ferragens para elaborarem os desenhos técnicos. Como tal, a identificação do material dentro do armazém, permitiu que esses colaboradores deixassem de procurar o chefe de secção de Marcenaria, apenas para lhes fornecer o material de que necessitavam. Deste modo, eliminou-se as perdas de tempo e movimentações realizadas apenas para procurar o responsável da secção de Marcenaria.

Para finalizar, a identificação das ferragens dentro do armazém aliada à limpeza de códigos do sistema informático, facilitou o processo de encomenda do material, pois no sistema apenas existem as descrições do material que se encontra dentro do armazém. Deste modo,

todos os colaboradores que lidam diariamente com as ferragens começaram agora a familiarizar-se com as descrições colocadas nas etiquetas, o que permite que todos utilizem a mesma terminologia. Desta forma, reduz-se a probabilidade de criarem novos códigos para material já catalogado.

Embora os 5S tenham proporcionado grandes benefícios, é importante que estes se mantenham ao longo do tempo. Para isso, a metodologia 5S possui ainda uma última etapa, a manutenção. Sem a sua aplicação, torna-se muito difícil garantir a continuidade dos benefícios alcançados. Como tal a manutenção não deve ser descuidada pela empresa.

### **6.3.4 Secção de Montagem Final**

A proposta apresentada para a secção de Montagem Final tinha com objetivo melhorar a organização das ferragens decorativas, minimizando os desperdícios daí resultantes. Para tal, foi sugerido a aplicação da metodologia 5S que acabou por não ser completamente implementada.

Ao contrário das ferragens funcionais, em que a sua eliminação do sistema informático poderia ser baseada no registo de compras ou saídas de inventário, nas decorativas já não se pode aplicar o mesmo raciocínio. No caso das ferragens decorativas, muitas são ferragens exclusivas de um determinado produto, sendo outras partilhadas por vários. Deste modo, enquanto a empresa não decidir deixar de fabricar esse modelo, não se pode considerar sucata esse tipo de ferragem, pois mais tarde podem vir a ser novamente necessárias.

Face a esta situação, o primeiro passo consistiu no levantamento de todas as ferragens decorativas existentes no sistema informático da empresa. Para isso, recorreu-se à base de dados em *Access*, que revelou a existência de 463 códigos diferentes. Desses códigos, o chefe de secção sabia que existiam códigos diferentes com descrições diferentes, mas que na realidade eram a mesma ferragem. Como tal, através dos catálogos dos produtos, juntamente com fotografias das ferragens decorativas e o profundo conhecimento do chefe de secção da Montagem Final, conseguiu-se identificar as ferragens que se encontravam replicadas no sistema. Assim, os 463 códigos existentes foram reduzidos para 306.

Após se saber o número de ferragens decorativas ainda em vigor, foi então projetado um novo armário com capacidade para alojar as 306 ferragens existentes, reservando ainda um espaço para o caso de surgir material que não se encontra devidamente identificado. Presentemente, aguarda-se que a construção do armário seja finalizada e que os fornecedores entreguem as respetivas “caixas stock”, para que então as ferragens sejam separadas e



devidamente identificadas. Estipulou-se que os códigos internos seriam atribuídos através de numeração sequencial (1, 2, 3, ...) para que estes fossem diferentes dos atribuídos à ferragem funcional. Contudo, as ferragens decorativas foram agrupadas por famílias e cada família ficará situada entre determinado conjunto algarismos. Por exemplo, as ferragens da família das “Asas” serão numeradas de 20 a 130 enquanto os “Puxadores” ficaram situados entre 200 e 290.

Embora a aplicação desta proposta não tenha sido ainda concluída, a sua implementação possibilitará uma melhor organização da ferragem decorativa. Deste modo, é esperado que o tempo despendido na procura do material seja eliminado e consequentemente as movimentações realizadas pelos colaboradores durante a colocação da ferragem seja reduzida ao estritamente necessário.

À parte da metodologia 5S, foi ainda sugerido que a cada artigo fosse adicionado o tipo e respetiva quantidade de ferragem funcional. Atualmente, a sua aplicação encontra-se quase concluída, faltando apenas passar a englobar estas informações na etiqueta do produto. Tal, ainda não aconteceu, devido às ferragens ainda não se encontrarem organizadas e portanto poder ser necessário realizar alguns ajustes à informação associada a cada artigo. Contudo, quando esta medida estiver em pleno funcionamento, é esperado que os defeitos causados pela aplicação errada de ferragem sejam reduzidos e ainda que as movimentações efetuadas tanto na procura dos catálogos dos produtos como para esclarecer dúvidas sobre o tipo de ferragem a aplicar, sejam eliminadas.

## 6.4 REESTRUTURAÇÃO DO LAYOUT

Após analisadas as secções de Corte, Maquinagem e Marcenaria, uma das propostas apresentadas, recaiu sobre a reestruturação do *layout* de cada uma destas secções. Contudo, apenas a secção de Corte viu o seu *layout* alterado. Assim, neste subcapítulo demonstram-se os resultados obtidos com a reestruturação do *layout* da secção de Corte e expõem-se ainda os resultados que seriam esperados caso as propostas para os restantes *layouts* fossem implementadas.

Face ao *layout* do Corte ter sido alterado, os novos fluxos produtivos foram modelados recorrendo ao diagrama WID. A partir da sua análise, foi possível identificar novas fontes de desperdícios, e consequentemente, propor novas medidas que proporcionem a sua redução ou eliminação.

### 6.4.1 Secção de Corte

A reestruturação do *layout* da secção de Corte teve como principal objetivo a inclusão do traçador horizontal junto das máquinas desta secção. Para tal, foi necessário alterar as disposições dos restantes equipamentos. Deste modo, aproveitou-se também para tentar racionalizar as distâncias percorridas pelo material em cada um dos processos de corte existentes. O resultado obtido com a alteração do *layout* do Corte pode ser consultado na Tabela 14. Nessa, comparam-se as distâncias inicialmente percorridas com as atuais, ou seja, antes e depois de a reestruturação ter sido implementada.

**Tabela 14 – Distâncias percorridas antes e depois da alteração de layout do Corte**

Célula	Tipo de Processo de Corte	Distância Total Percorrida (m)		Metros Reduzidos
		Inicialmente	Após a Reestruturação	
Processo em régua	Em Régua	68,525	68,525	0
Processo de corte normal	Para Quantidades Elevadas	54,073	41,748	12,325
Processo de corte normal	Para Pequenas Quantidades	32,112	21,747	10,365
Produção de Painel	Processo Painel	106,108	57,888	48,22
Processo de corte normal	Material com Recortes	41,057	23,372	17,685

Como se pode verificar, houve uma redução em quase todos os processos de corte, sendo no entanto o processo de produção de painel o que mais beneficiou com a alteração, já que a distância percorrida passou para cerca de metade. Visto que todo este processo é geralmente desempenhado apenas por um colaborador, além de se reduzir o desperdício de transporte e movimentação, o tempo de produção deste componente foi igualmente diminuído, pois maiores distâncias demoram mais tempo para serem percorridas.

No extremo oposto, encontra-se o processo em régua, dado que não houve qualquer tipo de alteração nas distâncias percorridas. A razão pela qual se manteve o processo de corte em régua inalterado deveu-se ao facto do abastecimento da multi-serra ter de ser sempre efetuado com o auxílio do empilhador. Como tal, este posto acaba por precisar de estar localizado junto aos corredores de acesso, necessitando ainda de um grande espaço para armazenar a paleta e manobrar cada uma das tábuas de madeira. Visto que traçador horizontal e serra vertical são mais utilizados que a multi-serra, preferiu-se assim manter estes equipamentos mais próximos do Armazém, já que essa área não era suficientemente espaçosa para albergar as três máquinas.



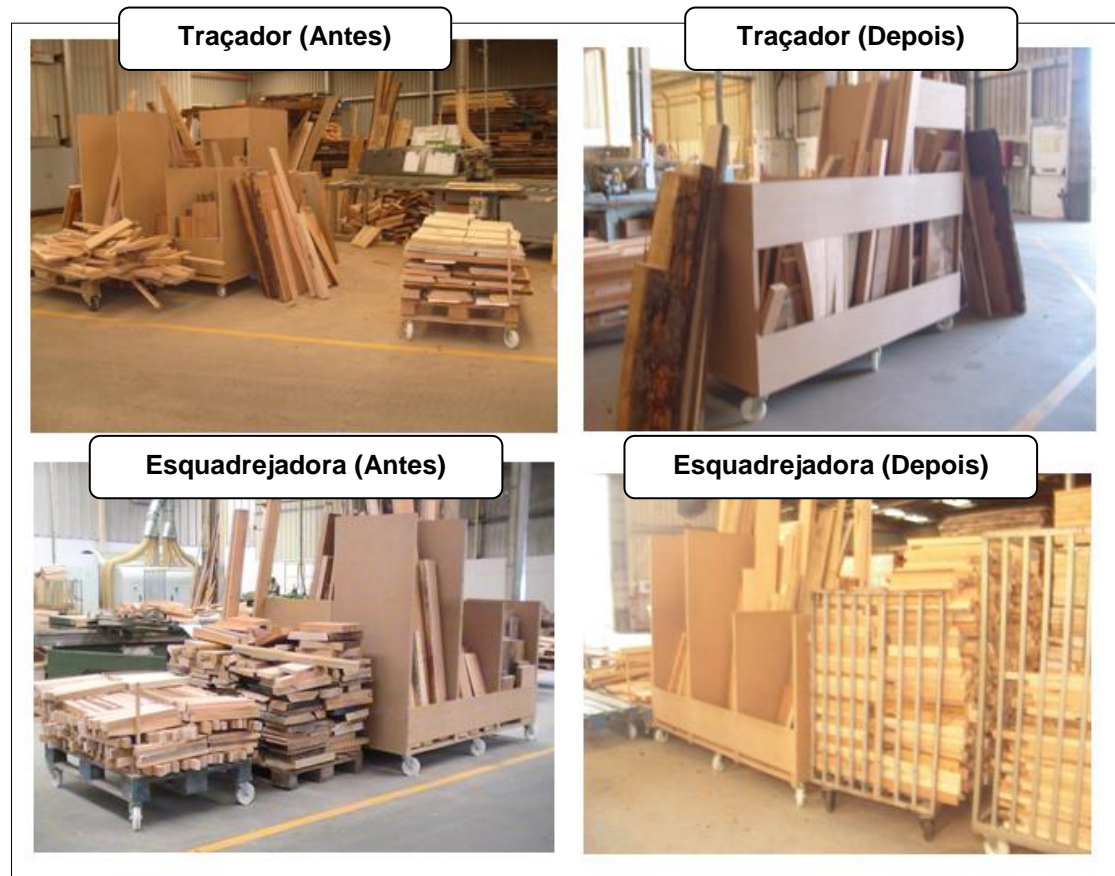
A inserção do traçador horizontal na secção de Corte conferiu outras melhorias bastante significativas. Para começar, a sua mudança para esta secção, permitiu libertar espaço no Armazém de Madeiras, aumentando assim a sua capacidade de armazenamento.

Por outro lado, a distância entre o traçador horizontal e as máquinas por ele “alimentadas” foi reduzida de 15,9 para 5,04 metros, quando o material vai para a serra de fita, e de 10,21 para 2,69 metros quando vai para a esquadrejadora. Logo, automaticamente os desperdícios de transporte e movimento foram igualmente diminuídos. Devido à distância entre o traçador horizontal e a esquadrejadora ter sido reduzida, foi possível que o mesmo colaborador passasse a operar ambas as máquinas, o que não acontecia antes da reestruturação do *layout*. Este facto proporcionou ainda a diminuição do WIP existente entre estes dois postos de trabalho de 3,5 para 1 carro de transporte, uma vez que quando o colaborador termina de cortar o material no traçador, este pode passar logo para a esquadrejadora. Deste modo, o material não necessita de aguardar que o posto a jusante fique livre para o poder processar, deixando de existir muito material acumulado entre estes dois postos. Para além disso, esta otimização das distâncias conferiu ainda outra vantagem. Agora, sempre que é o mesmo colaborador a operar ambos equipamentos, este, deixa de realizar a medição da peça quando passa do traçador para a esquadrejadora. Isto acontece, porque o colaborador está seguro da medida que marcou anteriormente, não havendo assim necessidade de a medir novamente.

Para finalizar, a inclusão do traçador horizontal na secção de Corte, permitiu que os carros com madeira para aproveitamento destinada à produção do mesmo tipo de componentes, e que se encontravam replicados em cada posto, fossem assimilados. Deste modo, em vez de existirem dois carros por cada máquina (vertical eilhargas), passou a existir dois para ambas as máquinas. Esta ação reduziu o WIP existente nesses postos, pois essa madeira é usada na produção de outros componentes e permitiu aumentar área de trabalho. A Figura 51 pretende demonstrar a área ocupada pelos carros com madeira para aproveitamento, nos postos da esquadrejadora e traçador horizontal, antes e depois da aplicação da proposta. Conforme se pode verificar, estes carros ocupam agora uma menor área, libertando então mais espaço para os colaboradores operarem.

Para além de todos os ganhos obtidos, referidos anteriormente, a reestruturação do *layout* possibilitou ainda que a secção de Corte pudesse passar a operar com menos um colaborador a tempo inteiro e que os seus fluxos produtivos se tornassem mais contínuos, já que deixaram de existir fluxos inversos.





**Figura 51 – Redução da área ocupada pelos carros com madeira de aproveitamento**

### **Modelação do Fluxo Produtivo através do WID**

Após colocado em prática o novo *layout* para a secção de Corte, decidiu-se modelar o seu fluxo produtivo através do diagrama WID. Este teve como objetivo identificar novas fontes de desperdícios e posteriormente encontrar soluções para as eliminar. Contudo, a empresa produz uma grande variedade de produtos diferentes que vão originar os mais diversos fluxos produtivos. Assim, recorreu-se à análise ABC anteriormente realizada, para determinar qual o produto mais produzido. A Tabela 15 resume quais os principais produtos produzidos na AM Móveis, segundo a classificação ABC.

De acordo com os resultados da análise, os 3 produtos mais produzidos na AM Móveis são os modulares da linha CopaCabana, da linha Oriente e da linha Romeo. Na sua grande maioria, a madeira utilizada no fabrico destes produtos é cortada pelo processo em régua. Visto que este é um tipo processo que apenas recorre à utilização de duas máquinas (multi-serra e molduradora), não faz muito sentido que seja analisado devido a sua simplicidade. Assim, olhando de novo para a tabela, verifica-se que o produto com mais saída e que não é do tipo modular, são os móveis da linha Versus.



Tabela 15 – Principais produtos produzidos na AM Móveis

Tipo de Produtos	Classificação ABC
CopaCabana (modular)	A
Oriente (modular)	
Romeo (modular)	
Versus	
Brasil	
Romeo	
Luís XV	
Brasil (modular)	
Directoire (modular)	
CopaCabana	
Domicil	
Artibaleno	B
MayFlower	
Oriente	
África	
AC2007	
Nice	
Eneida (modular)	

Os produtos da linha Versus têm uma procura média de 35 móveis por mês. Com base nesta informação é possível calcular a procura diária. Para isso basta dividir a procura mensal pelos dias úteis. Deste modo, considerando que um mês possui 22 dias úteis, a procura diária é dada por:

$$Procura\ Diária = \frac{35}{22} = 1,59\ móveis/dia$$

A partir deste valor e sabendo que um turno diário de 8 horas corresponde a 450 minutos (descontando os tempos de intervalo), é então possível determinar o *Takt Time*. O seu valor será:

$$Takt\ Time = \frac{450}{1,59} = 282,9\ min/móvel$$

Contudo, como já foi referido, um móvel é composto por diversos componentes diferentes. Embora o processo de corte seja similar para uma grande parte dos componentes, o tempo que cada um demora varia conforme as dimensões e se os recortes são mais ou menos trabalhados. Deste modo, para aplicar o diagrama WID escolheu-se analisar o processo de corte do soco utilizado nos produtos da linha Versus. Este é aplicado em quase todos os móveis desta linha, excetuando as mesas de jantar, camas e estantes. No entanto, para originar um soco são necessários os seguintes subcomponentes:

- Pé frente;



- Pé trás;
- Travessa frente;
- Travessa trás
- Travessa lateral;
- Soco placa geral;

No caso do soco placa geral, este é produzido na secção de Aglomerado, não tendo por isso interesse para este estudo.

Para se proceder à construção do WID, foi necessário ir para o *Gemba* ou seja o “local onde decorre o trabalho” para recolher os vários tempos dos componentes anteriormente apresentados e contabilizar o WIP existente. Esta foi uma tarefa que se revelou não ser nada fácil, pois como as ordens de produção são agrupadas por tipo de madeira, foi impossível contabilizar apenas as quantidades do produto estudado que são transportadas para o posto seguinte. Para além disso, a unidade usada para contabilizar o WIP foi o número de paletes que se encontrava junto ao posto de trabalho. Esta é uma unidade de medida imprecisa pois uma paleta pode transportar muita ou pouca quantidade, dependendo do volume da carga. No entanto, esta revelou ser a medida mais adequada, uma vez que se por exemplo fosse utilizada a unidade metro também seria irrealista, pois em cada posto de trabalho é impossível quantificar os metros de madeira que saem para desperdício ou para posterior aproveitamento.

O diagrama WID construído para modelar o fluxo produtivo do soco da linha Versus, pode ser consultado no Anexo T. Este, veio confirmar que de facto a molduradora é uma máquina que inspira alguma atenção, já que apresenta elevados tempos de preparação quando comparado com os restantes equipamentos da secção de Corte, confirmando-se assim a necessidade da realização de uma análise SMED a este equipamento.

O WID veio ainda provar que o sistema de produção desta secção não se encontra devidamente equilibrado. Como consequência, junto dos equipamentos vão acumular-se enormes quantidades de WIP, o que acaba por ser um problema para a empresa, pois origina vários desperdícios. Grandes quantidades WIP traduzem-se em mais espaço ocupado, mais movimentações e mais transporte. As movimentações advêm da necessidade de mudar os materiais armazenados de sítio, quer para os colaboradores e meios de transporte poderem transitar, como para procurar novos locais de armazenamento. Por outro lado, os transportes supérfluos surgem, quando existe a necessidade de contornar o WIP existente, durante a fase de transportação dos artigos. Embora se tenha reformulado o *layout* desta secção, o WID revela que



continuam a existir enormes quantidades de WIP junto à maioria dos postos de trabalho. Uma parte desse WIP está associada aos carros com madeira para aproveitamento. Esses, na maioria, encontram-se concentrados na área da esquadrejadora, traçador horizontal e molduradora, sendo por isso um ponto onde a empresa deverá apostar no futuro.

A análise do WID revela que o material que necessita de ser recortado é inicialmente marcado no traçador horizontal. Nesse posto é colocado um molde por cima da madeira e riscase os seus contornos, daí no diagrama existir um posto denominado de Marcação. Depois o colaborador leva a peça marcada para a serra de fita, para que seja de facto recortada. Uma vez que a Marcação não exige a utilização de qualquer equipamento, esta poderia passar a ser realizada diretamente na serra de fita. Deste modo, reduz-se a distância percorrida, evitando movimentações e transporte desnecessários (do armazém para o traçador e deste para a serra de fita). Porém, após cortado, é necessário proceder à marcação do contra molde. Para a executar, o colaborador coloca a madeira em cima da plaina ou no caso de esta estar ocupada, risca o material em cima do próprio carro de transporte. Ao procurar um local disponível para esta tarefa, o operário está mais uma vez a realizar movimentações desnecessárias.

Na Tabela 16 compara-se a distância inicialmente percorrida pelo colaborador com aquela que é atualmente efetuada, visto que após se ter alertado para esta situação os colaboradores passaram a executar, sempre que possível, a Marcação na serra de fita.

**Tabela 16 – Distâncias percorridas para realizar a Marcação**

Postos de Trabalho Envolvidos	Distância percorrida (m)	
	Inicialmente	Atualmente
Armazém – Traçador Horizontal	19,54	
Traçador Horizontal – Serra de Fita	9,75	
Armazém – Serra de Fita		17,30
<b>Total</b>	<b>29,29</b>	<b>17,30</b>

Como se pode verificar, a implementação desta proposta reduz 11,99 metros à distância percorrida pelo operário, sempre que este realiza a marcação do material. Porém, a introdução de uma mesa ou de uma aba retráctil na máquina, seria de grande utilidade, pois facilitaria não só a marcação dos moldes e contra moldes, mas também seria uma grande ajuda para manobrar as madeiras de grandes dimensões.

Na fase de recolha de dados, foi ainda possível identificar outros pequenos problemas que geram outros desperdícios. O primeiro está relacionado com o tempo de preparação do traçador. Este *setup* ocorre sempre que o colaborador precisa de preparar o lote. Esta preparação consiste

essencialmente em organizar as ordens de produção por tipo e espessura de madeira, pois como é ele que realiza o abastecimento do posto, ao proceder desta forma evita perder tempo em deslocações e na procura da madeira. No entanto, ele não as organiza todas de uma só vez, pois o quadro onde as fixa não possui molas suficientes para prender tantos papéis. Assim, para melhorar este tempo, propõe-se que as ordens de produção já venham previamente organizadas do Gabinete Técnico. Para isso, será igualmente necessário acrescentar molas que possam prender uma maior quantidade de papéis.

Uma outra fonte de desperdício é o armário onde o colaborador vai buscar as ordens de produção, pois este ainda se localiza na antiga área do traçador. Isto significa, que sempre que o chefe da secção de Corte recebe uma ordem de produção, coloca-a nesse armário. Este armário é usado para guardar a motosserra e os aparelhos para medir a humidade da madeira, entre outros utensílios de manutenção das máquinas, e apresenta uma total desorganização. Logo, não faz sentido que as ordens de produção se encontrem nesse local. A solução, passa pelo chefe de secção passar a colocar as ordens de produção diretamente no traçador, visto que este é o primeiro posto de trabalho. O armário poderá também ser reorganizado, pois a medição da humidade da madeira é elaborada no traçador e por isso alguns desses aparelhos deveriam passar para junto desse posto.

Para além da operação Marcação passar a ser executada na serra de fita, a empresa aplicou as sugestões apresentadas para as ordens de produção. Uma delas implicava que essas viessem previamente separadas do Gabinete Técnico. Esta alteração possibilitou reduzir o tempo médio de preparação do traçador horizontal de 1,06 para 0,65 minutos. No entanto, foi ainda aconselhado que as ordens de produção passassem ser colocadas diretamente no traçador horizontal, em vez do armário com o material usado para a manutenção. A introdução desta medida reduziu as movimentações efetuadas pelo colaborador, que sempre que necessitava de pegar numa nova ordem de produção, percorria cerca de 15,9 metros (inclui ir ao armário e regressar ao posto de trabalho).

A análise dos fluxos produtivos através do WID permitiu identificar fontes de desperdício, como os transportes desnecessários e as enormes quantidades de inventário existente entre os postos de trabalho, bem como verificar que o processo não se encontra devidamente balanceado. Após modelado, a visualização do WID possibilitou tomar medidas que reduzissem os desperdícios encontrados, envolvendo assim a empresa na busca pela melhoria continua.



### 6.4.2 Secção de Maquinagem

A análise realizada aos fluxos produtivos tinha como principal objetivo minimizar as distâncias percorridas por cada componente na secção de Maquinagem. Para tal, foi apresentada uma reestruturação do *layout* para esta secção.

Visto que a Maquinagem é constituída essencialmente por máquinas de grandes dimensões, para além do custo implicado nas movimentações destes equipamentos, seria necessário alterar a rede elétrica, de ar comprimido e as condutas de aspiração de resíduos. Perante tais investimentos, a empresa decidiu não implementar para já o *layout* proposto. Assim sendo, neste subcapítulo apresenta-se os resultados que seriam esperados caso o novo *layout* fosse adotado.

Antes de se partir para a reorganização do *layout*, todos os fluxos produtivos foram devidamente analisados. Esse estudo teve com objetivo a racionalização do número de operações dos processos produtivos de cada um dos componentes.

Após a elaboração do estudo, conclui-se que apenas o processo de produção de gavetas poderia ser melhorado. A sua adaptação para um novo fluxo produtivo resultou na redução de uma operação, o que possibilitou que as gavetas percorram agora uma menor distância. Na Tabela 17 compara-se a distância percorrida entre o processo inicial e o processo melhorado, que acabou por ser implementado. Conforme se pode verificar, a alteração do processo produtivo permitiu que as gavetas percorram agora menos 38,88 metros, contribuindo assim para a redução do desperdício de transporte existente.

**Tabela 17 – Distância percorrida pelas gavetas nos dois processos produtivos**

Tipo de Processo	Distâncias Percorridas (m)	Diferença (m)
Processo Inicial	138,699	38,888
Processo Atual	99,811	

Após os processos já se encontrarem devidamente definidos, foi então possível proceder à elaboração de uma proposta para se reformular o *layout* da secção de Maquinagem. Para tal, foi necessário considerar as alterações anteriormente realizadas no processo produtivo dos componentes.

No caso do *layout* da Maquinagem ser alterado para a configuração apresentada no Anexo P, é esperado que as distâncias percorridas pelos diferentes componentes sejam reduzidas e que os fluxos produtivos sejam simplificados. Para provar esta teoria, foi pedido ao colaborador responsável pelas atualizações do *layout* da empresa, que elabora-se uma planta em *AutoCad*

com as mudanças propostas para a secção de Maquinagem. A partir desse desenho, foi então possível determinar as futuras distâncias percorridas pelos vários componentes. Neste sentido, na Tabela 18, apresenta-se uma comparação entre as distâncias atualmente percorridas, com aquelas que poderiam ser alcançadas se o novo *layout* fosse implementado.

**Tabela 18 – Comparação das distâncias percorridas para a secção de Maquinagem**

Componente	Distâncias Percorridas (m)		Metros Reduzidos
	Atualmente (m)	Novo Layout (m)	
Guias	81,556	64,692	16,864
Costas	97,639	78,595	19,044
Gavetas	99,811	55,406	44,405
Tampas	119,602	80,581	39,021
Portas	131,841	120,969	10,872
Ilhargas	174,542	140,794	33,748
Placa	190,509	104,249	86,260
Almofadas	259,155	168,172	90,983
<b>Total</b>	<b>1154,655</b>	<b>813,458</b>	<b>341,197</b>

Destes resultados, pode-se concluir que quando o móvel inicia sua montagem (secção de Marcenaria) já os seus componentes percorreram um total de cerca de 1155 metros, isto apenas na secção de Maquinagem. Isto indica que o conjunto dos seus componentes percorre cerca 28 vezes o comprimento total desta secção (42,4 m). Contudo, como se pode observar, essa distância pode ser reduzida para 813 metros, minimizando assim os desperdícios de transporte e movimentações associados à deslocação tanto de materiais como de colaboradores. Um facto curioso, é que a racionalização do processo das gavetas já havia contribuído para a diminuição do percurso efetuado por este componente. No entanto, com a mudança de *layout*, este poderia ser ainda mais reduzido. Deste modo, verifica-se que de todos os fluxos, o processo de produção das gavetas, seria aquele que apresentaria resultados mais significativos, já que no total permite reduzir cerca de 2,5 vezes a sua distância percorrida.

A redução das distâncias percorridas pelos diversos componentes terá igualmente impacto no tempo de produção, visto que maiores percursos demoram mais tempo para serem percorridos.

Uma outra vantagem proporcionada pela reestruturação do *layout* está relacionada com aumento do espaço disponível, ou seja, a secção pode funcionar normalmente mas ocupando uma menor área produtiva. Para verificar qual o ganho obtido a nível de espaço fabril, na Tabela 19 compara-se a atual área da secção de Maquinagem com a que seria possível alcançar se a proposta fosse implementada.



Tabela 19 – Espaço adquirido com a alteração de layout da Maquinagem

Áreas	Situação Atual (m <sup>2</sup> )	Situação Proposta (m <sup>2</sup> )	Espaço Ganho (m <sup>2</sup> )
Corredores de Acesso	71,003	107,515	36,512
Espaços livres	33,625	83,838	50,213
Produtiva	545,082	472,381	-72,701

Face aos resultados apresentados, conclui-se a secção de Maquinagem poderia usufruir de mais corredores para a passagem de componentes e aumentar o espaço livre (atualmente usado para armazenar temporariamente material). Contudo, embora o espaço disponível possa ser aumentado, não será o suficiente para permitir que a máquina CNC localizada na área de preparação dos modulares, possa transitar para a secção de Maquinagem.

### 6.4.3 Secção de Marcenaria

Após identificadas, na secção 5.4.2, as principais causas responsáveis pelas várias deslocações dos marceneiros, a proposta que surgiu como sendo a mais viável, foi a alteração do *layout* da secção de Marcenaria.

O novo *layout* foi apresentado à AM Móveis, mas entretanto não foi aplicado, ficando então como uma medida a implementar no futuro. Contudo, é importante salientar que com esta alteração, a empresa pode obter ganhos bastante significativos e com custo muito reduzido.

A proposta de *layout* consiste apenas na simples mudança da disposição das bancadas dos marceneiros e de alguns equipamentos, não implicando assim a necessidade de investimento na alteração das condutas de ar comprimido ou rede elétrica. Estas pequenas modificações possibilitariam que a área de trabalho de cada marceneiro fosse igual para todos, não forçando os colaboradores a ocupar as áreas adjacentes ou procurar espaços maiores para montar os móveis. Com alteração do *layout*, espera-se reduzir significativamente as movimentações dos colaboradores e o transporte de materiais, bem como rentabilizar o espaço disponível. Além disso, a nova configuração facilitaria a entreaajuda entre os marceneiros que é muitas vezes requerida durante a montagem de móveis de grande porte, como os modulares.

Em suma, a reestruturação da *layout* da secção de Marcenaria, permitiria rentabilizar o espaço, reduzir as movimentações e o transporte, ao mesmo tempo promover a entreaajuda, podendo estes benefícios ser alcançados sem realizar grandes investimentos.

## 6.5 UNIFORMIZAÇÃO DE MEDIDAS

Para tentar reduzir as diferentes dimensões para as ilhargas de gaveta e tampos, foi sugerida a criação de classes de medidas para estes componentes. Por outras palavras, tentou-se uniformizar as dimensões dos tampos e ilhargas de gaveta.

A Tabela 20 apresenta os valores das espessuras encontradas para os três tipos de tampos. Contudo, apenas os tampos com aro de madeira foram alterados. A razão é muito simples. No caso dos tampos maciços apenas foram encontradas duas medidas diferentes, não se justificando assim a criação de classes. Já no caso dos tampos em placa, como estes apenas são orlados e folheados, a sua espessura vai depender da espessura da placa. Logo, esta vai depender da gama de espessuras que o fornecedor tem para oferecer, não sendo igualmente possível criar um conjunto de classes fixas. No entanto, os tampos em aro de madeira apresentavam 9 espessuras diferentes. Estes tiveram de ser analisados caso a caso, ou seja, foi necessário verificar quais os tipos de móveis onde eles eram aplicados. Mediante essa análise, chegou-se à conclusão que nos tampos com aro de madeira apenas se poderia reduzir duas medidas: os tampos de 27 mm passaram para 25 mm e os com 31 mm passaram para 30 mm. Assim, foi reduzido, de 9 para 7, o número de tipos de espessuras diferentes.

**Tabela 20 – Atuais espessuras para os tampos**

<b>Tampo Maciço (mm)</b>	<b>Aro Madeira (mm)</b>	<b>Placa (mm)</b>
27	17	15
30	22	18
	23	19
	25	22
	27	25
	28	30
	30	40
	31	50

No caso das ilhargas de gavetas, a pesquisa na base de dados da empresa, revelou a existência de 80 larguras diferentes. Assim, com base no critério sugerido para este componente, foi possível reduzir de 80 larguras para apenas 37, conforme é demonstrado na Tabela 21.



**Tabela 21 – Resultado da uniformização das medidas para as ilhargas de gaveta**

Larguras Atuais (mm)	Larguras Atuais (mm)	Larguras Propostas (mm)
55	147	50
59	148	55
63	149	60
65	150	65
66	151	70
68	152	85
70	157	90
73	158	95
74	159	100
88	160	105
90	162	110
95	163	115
98	164	120
100	166	125
101	167	130
105	168	135
107	171	140
108	172	145
110	173	150
113	175	155
115	176	160
116	177	165
117	182	170
118	183	175
119	188	180
120	189	185
122	190	190
123	193	195
125	198	200
128	201	205
130	204	210
133	205	225
134	208	230
135	213	235
138	228	245
139	235	265
140	240	270
142	246	
143	266	
145	273	

A fixação do critério para a largura das ilhargas de gaveta (múltiplos de 5 mm), veio facilitar a escolha das medidas que podem ser cortadas pelo chamado processo em régua.



Antes da realização deste estudo, os colaboradores do Gabinete Técnico, tinham de verificar qual o tipo de produtos cujo processo de corte de madeira, poderia ser através do processo em régua. Esta análise veio ainda demonstrar que as ilhargas com larguras inferiores a 135 mm podem ser todas elaboradas pelo processo em régua, enquanto as restantes medidas já terão de ser concebidas pelo processo de painel.

Como se verificou na secção 4.4.2 desta dissertação, o processo em régua é muito mais simples que o processo de produção de painel, pois não necessita de percorrer tantos postos de trabalho. Deste modo, as ilhargas de gaveta de largura inferior 135 mm percorrem agora uma distância menor e demoram menos tempo para serem produzidas. Além disso, a criação de classes, permitiu não só reduzir a variedade das larguras, diminuindo conjuntamente o número de desenhos técnicos, mas também o tempo despendido pelos colaboradores do Gabinete Técnico durante a tomada de decisão, ou seja se vão ou não para o processo de corte.

## 6.6 SÍNTESE DE RESULTADOS

O presente subcapítulo pretende expor, de forma resumida, os vários resultados anteriormente apresentados.

### **Armazém de Madeiras**

No Armazém de Madeiras foi aplicada a metodologia 5S aliada a uma análise ABC. A aplicação destes métodos possibilitou:

- Aumentar a capacidade do Armazém em 59m<sup>2</sup>;
- Melhorar o acesso às matérias-primas;
- Reduzir o tempo de abastecimento do traçador de 5,59 para 3,29 minutos quando este é realizado com o empilhador e de 1,55 para 1,09 minutos no caso de ser manual;
- Reduzir o desperdício de transporte;
- Reduzir 8,12% às movimentações realizadas;
- Aumentar o tempo de utilização do traçador horizontal em cerca de mais 4%;

### **Secção de Corte**

A proposta de reestruturação do *layout* da secção de Corte, permitiu alcançar os seguintes resultados:

- Redução dos desperdícios de transporte e movimentação;



- Libertação de 59m<sup>2</sup> no Armazém de Madeiras;
- Libertação de espaço (devido assimilação de 2 carros de material para aproveitamento com a mesma finalidade);
- Redução do WIP de 3,5 para 1 carro entre traçador horizontal e esquadrejadora;
- Eliminação da operação de medição da peça na esquadrejadora;
- Fluxos mais contínuos;
- Eliminação da necessidade de mais um colaborador a operar a tempo inteiro;
- Redução do tempo de produção de painel (devido à redução da distância percorrida);
- Redução das distâncias entre equipamentos (menos 10,86m entre traçador e serra de fita e menos 7,52m entre traçador e esquadrejadora)
- Redução das distâncias totais percorridas nos diferentes processos de corte (no total percorrem agora menos 88,58m);
- Redução do tempo de preparação do traçador horizontal de 1,06 para 0,65 minutos;
- Na operação de Marcação foi possível reduzir distâncias de 29,29 para 17,30m.

Para esta secção foi ainda efetuada uma análise SMED à molduradora. Caso as propostas resultantes dessa análise fossem aplicadas, seria possível reduzir o tempo de preparação da molduradora de 18,90 para 15,06 minutos, bem como o espaço ocupado pelas ferramentas.

### **Secção de Maquinagem**

As medidas aplicadas às máquinas CNC (análise SMED e melhoria do processo de limpeza) permitiram alcançar os seguintes benefícios:

- Reduzir o tempo de limpeza de 30 para 13,5 minutos, o que implica que num ano a máquina trabalhe mais 8,64 dias;
- Aumentar os índices de produtividade da secção de CNC;
- Reduzir o tempo médio de preparação de 17,96 para 8,48 minutos;
- Reduzir a variabilidade do processo de preparação (passou de um intervalo de 12,08 a 39,57 minutos para um intervalo 2,04 a 25,68 minutos);
- Eliminar o tempo despendido na procura de material (1,29 minutos usados na medição das brocas);
- Libertar espaço (ventosas em “MDF” ocupavam uma área de 2,75m<sup>2</sup> e passaram a ocupar 0,96m<sup>2</sup>);

- Reduzir a distância percorrida entre a CNC e o armário das fresas (18,4m passou a 8m);
- Eliminar a distância percorrida para buscar as fresas polivalentes (103,04m);
- Redução de movimentações;

No caso da uniformização das medidas dos componentes, foi possível reduzir a variedade das dimensões dos tampos de 9 para 7 medidas, bem como da largura das ilhargas de gaveta, que passaram de 80 para 37 medidas. Isto permitiu reduzir o número de desenhos técnicos e veio afirmar que as ilhargas de gaveta com menos de 135 mm de largura podem ser todas processadas pelo processo em régua.

Por fim, na Tabela 22 apresenta-se uma síntese de resultados para a aplicação da metodologia 5S e ainda os resultados que serão esperados se o novo *layout* for implementado.

**Tabela 22 – Síntese de resultados para a metodologia 5S e reestruturação do layout**

Proposta	Resultados Obtidos	Resultados Esperados
<b>5S</b>	Eliminação de 8,5m percorridos para o armário das fresas	Áreas de trabalho mais bem definidas
	Libertação de 2,4m <sup>2</sup> com a remoção do armário de ferramentas	Eliminar de movimentações e transportes
	Redução de defeitos	Reduzir mais distâncias
	Redução do tempo empregue na separação de material	Eliminar tempos na procura de material/ferramentas
<b>Alteração na forma de separação do material</b>		Reduzir a perda de componentes durante o processo
		Eliminar desperdício de matéria-prima
		Reduzir <i>lead times</i>
<b>Alteração de Layout</b>	Redução de 1 operação no processo de produção de gavetas, que fez que que percorram menos 38,88m	Reduzir distâncias, permitindo assim que um móvel chegue à Marcenaria percorrendo menos 341,197m
		Reduzir o desperdício de transporte e movimentação
		Libertar uma área de cerca de 50,21 m <sup>2</sup>
		Simplificar os fluxos produtivos

### **Montagem final**

A proposta apresentada para Montagem Final, embora tivesse sido iniciada, não foi concluída antes do final do projeto. Como tal, quando for concluída, espera-se:

- Reduzir as movimentações efetuadas na procura de material e catálogos;
- Eliminar o tempo despendido na procura das ferragens decorativas;
- Reduzir os defeitos provocados pela aplicação da ferragem incorreta;



- Reduzir o número de códigos existentes (até ao momento esses códigos foram reduzidos de 463 para 306);
- Facilitar as encomendas e melhorar o controlo de inventário;

### **Secção de Marcenaria**

As propostas apresentadas para a secção de Marcenaria recaíram sobre alteração do seu *layout* e na aplicação da metodologia 5S. Assim, na Tabela 23 apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos, bem como os resultados que se esperam alcançar com a implementação destas propostas.

**Tabela 23 – Síntese de resultados para a secção de Marcenaria**

Proposta	Resultados Obtidos	Resultados Esperados
<b>5S</b>	Redução das distâncias percorridas de 20 para 12,05m durante o abastecimento	Melhorar o controlo de inventário das ferragens
	Redução das movimentações	
	Libertação de 11,63 m <sup>2</sup> na secção de Maquinagem	
	Redução códigos da ferragem funcional de 367 para 150	
	Eliminação do tempo despendido na procura de ferragem	
	Acondicionamento de outros materiais que se encontravam espalhados	
	Rentabilização do espaço da Marcenaria	
<b>Alteração de Layout</b>	Melhor desempenho no processo de encomenda do material	
		Reduzir movimentações
		Reduzir Transportes
		Aumentar a área de montagem de cada marceneiro
		Possibilitar a entreajuda entre marceneiros





## 7 CONCLUSÃO

No presente capítulo, expõem-se as principais conclusões obtidas após a realização deste projeto e apresentam-se algumas propostas de trabalho futuro. Estas visam identificar outros pontos onde a empresa pode ainda realizar alterações com vista a melhorar o seu desempenho.

### 7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O *Lean Production* é uma filosofia que permite que as organizações reduzam os seus custos através da eliminação de desperdícios. A sua implementação permite ainda aumentar a qualidade dos produtos e serviços, rentabilizar os recursos produtivos e minimizar os prazos de entrega. Deste modo, é possível responder de forma rápida e eficaz às atuais exigências dos mercados, assegurando assim às empresas a competitividade necessária. Perante a possibilidade de adquirir tais vantagens, o desafio inerente ao presente projeto consistiu na aplicação de ferramentas *Lean* numa empresa de mobiliário, com o objectivo de melhorar a organização da produção.

A empresa onde decorreu o projeto denomina-se de AM Móveis. O seu processo produtivo ocorre ao longo de diferentes secções funcionais, e após uma profunda análise, foi possível identificar diversos problemas.

A desorganização, os elevados tempos de preparação das máquinas, o desaproveitamento do espaço fabril e os desperdícios identificados por Ohno, foram alguns dos muitos problemas que foram registados. Problemas como a perda de tempo na procura de material e a movimentação dos colaboradores são comuns a todas as secções. Contudo, o seu impacto sobre a produção pode ser mais ou menos grave conforme a secção onde ocorrem.

De todas as secções analisadas, a Maquinagem é aquela que apresenta o maior número de problemas. Para eliminar ou reduzir os problemas identificados, foram aplicadas ferramentas como a metodologia 5S, SMED, *Standard Work* e executaram-se ainda alterações no *layout* das secções, adotando por exemplo a implementação celular.

A metodologia 5S foi implementada no Armazém de Madeiras e na secção de Marcenaria para organizar a casa de ferragem, sendo também sugerida para organizar a secção de Maquinagem e Montagem Final. A sua implementação permitiu reduzir tempos, libertar espaços, reduzir distâncias e eliminar alguns dos desperdícios identificados.

No caso do método SMED, este foi aplicado à molduradora e máquinas CNC. As propostas resultantes dessa análise, permitiram reduzir os tempos médios de preparação das CNCs de 17,95 para 8,59 minutos, assim como o intervalo de variação anteriormente existente. Entre outras vantagens proporcionadas, destaca-se a eliminação do tempo despendido na procura de ferramentas/material e a redução das movimentações do colaborador. Ainda em relação às máquinas CNC, a aplicação do *Standard Work* permitiu reduzir o tempo de limpeza de 30 para 13,5 minutos, o que se refletiu num aumento da produtividade.

Relativamente às propostas de reestruturação de *layout*, estas recaíram sobre as secções de Corte, Maquinagem e Marcenaria. No entanto, apenas a secção de Corte viu o seu *layout* alterado para células de produção. Esta nova configuração operacional proporcionou, a rentabilização e otimização dos recursos, libertação de espaço e ainda a redução de distâncias, tempos e WIP.

Embora nem todas as propostas tenham sido implementadas durante o período de permanência na empresa, os resultados das implementações executadas mostram a eliminação, ou pelo menos a redução, de muitos dos desperdícios/problemas identificados. Deste modo, é possível concluir que a partir da aplicação da filosofia *Lean Production*, é possível que as indústrias de mobiliário aumentem a sua produtividade e melhorem a organização dos seus processos, bastando para isso focarem-se na eliminação dos desperdícios que ocorrem ao longo dos seus sistemas produtivos.

## **7.2 TRABALHO FUTURO**

No sentido de envolver a AM Móveis na busca pela melhoria contínua, *Kaizen*, de seguida são apresentados alguns tópicos que visam alertar a empresa para pontos onde podem ainda ocorrer possíveis melhorias.

Para além das propostas apresentadas e que não foram implementadas, como a análise SMED da molduradora e reestruturação do *layout* das secções de Maquinagem e Marcenaria, recomenda-se que a empresa aposte na normalização dos procedimentos operatórios e formação dos colaboradores como forma de estabilizar os processos. Conforme foi demonstrado, quando os operadores seguem procedimentos pré-estabelecidos é possível alcançar vários benefícios, como por exemplo reduzir tempos de preparação e/ou processo, diminuindo igualmente os custos de operação.



Apesar da metodologia 5S ter sido aplicada, esta apenas foi implementada nas secções englobadas pelo projeto. Deste modo, um bom ponto de partida seria aplicar esta metodologia não só a algumas secções, mas sim a toda a empresa.

Um outro ponto onde a empresa deve apostar, é num sistema de gestão do inventário da ferragem, sobretudo na decorativa, para que estas deixem de ser encomendadas recorrendo apenas à experiência dos colaboradores. Para tal, sugere-se a implementação do sistema *Kanban*, de forma a garantir níveis de inventário controlados, evitando assim o excesso ou a rutura destes artigos.

No caso do planeamento da produção, o plano resultante deve passar a incluir as secções que se encontram a jusante da secção de Marcenaria, ou seja, Secção de Acabamentos, Montagem Final e Embalamento/Expedição. Como estas secções não fazem parte do plano de produção estabelecido, em determinadas ocasiões acontece de existirem produtos que já deveriam estar embalados e prontos a serem expedidos e vão ainda iniciar o acabamento, isto porque notaram a sua falta no Armazém.

O método utilizado para determinar a carga máxima do sistema, revela não ser o mais adequado, uma vez que este tem como base um valor monetário atribuído à secção de Marcenaria. Deste modo, propõe-se que a empresa procure novos métodos para determinar a carga do sistema.

Por fim, a empresa apresenta inúmeros problemas a nível de qualidade interna, isto é, muitos componentes necessitam de ser reparados ou novamente processados devido à ocorrência de defeitos. Em muitos casos, esses defeitos são apenas registados pelo chefe da secção de Marcenaria. Como tal, sugere-se que os responsáveis pelo Departamento de Qualidade comecem por averiguar a fonte desses defeitos, aplicando por exemplo a técnica dos 5 porquês. Depois de identificada a origem do problema, a adoção de mecanismos *Poka-yoke* pode ser uma possível forma para controlar esses defeitos.

Ao analisar a folha de registos de defeitos da secção de Marcenaria, verifica-se que uma grande parte dos defeitos é atribuída às máquinas CNC. Como tal, nestes equipamentos poderia ser aplicado a metodologia designada de *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA). A FMEA é um estudo que visa analisar e identificar as possíveis causas de uma determinada falha e permite que sejam tomadas medidas para minimizar os seus efeitos no sistema.







## BIBLIOGRAFIA

Alves, A. C. (2007), *Projecto Dinâmico de Sistemas de Produção Orientados ao Produto*, Dissertação de Doutoramento em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Minho;

AM MÓVEIS (2010), *Manual de Acolhimento*, 2ª Edição, AM Móveis;

AM MÓVEIS (2011), AM Móveis [online], acesso: 16-02-2011; disponível em: <http://www.ammoveis.pt/amclassicfurniture.htm>;

Bell, S. (2006), *Lean Enterprise Systems: Using IT for Continuous Improvement*, New Jersey, Wiley – InterScience;

Black, J. T. & Hunter, S. L. (2003), *Lean Manufacturing Systems and Cell Design*, Michigan, USA, SME – Society of Manufacturing Engineers;

Briales, J. A. (2005), *Melhoria Continua Através do Kaizen: Estudo de Caso Daimlerchrysler do Brasil*, Dissertação de Mestrado em Sistemas de Gestão pela Qualidade Total, Universidade Federal Fluminense;

Carvalho, D. (2008), *Human Limitations on Waste Detection: An Experiment*, Waste Detection Approaches, Business Sustainability;

Carvalho, J. L. A. (2010), *Reengenharia de Processos na Indústria Farmacêutica*, Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa;

Costa, P. & Alves, A. & Sousa, R. (2008), *Implementação da Metodologia Quick Changeover numa Linha de Montagem Final de Auto-Rádios: Para Além da Técnica SMED*, 5º Congresso Luso – Moçambicano de Engenharia, Maputo, Moçambique;

Curry, A. (2005), *L'Action Recherche en Action: L'Implication des Etudiants et des Professionnels*, World Library and Information Congress: 71th IFLA General Conference and Council, Oslo, Norway, Libraries – A Voyage of Discovery;

Escola de Gestão do Porto (2007), *Estudo Estratégico das Indústrias de Madeira e Mobiliário*, AIMMP – Associação das Indústrias de Madeira e Mobiliário de Portugal;

Ghinato, P. (2006), *Jidoka mais do que um Pilar da Qualidade*, Lean Way Consulting;

Hay, E. J. (1998), *Just in Time – Implementação de Novas Estratégias de Fabrico*, Monitor – Projectos e Edições, Lda;

Holweg, M. (2006), *The Genealogy of Lean Production*, Journal of Operations Management;

Irani, S. A. (1999), *Handbook of Cellular Manufacturing Systems*, New York, USA, John Wiley & Sons, Inc.;

- Lago, N. & Carvalho, D. & Ribeiro, L. (2008), *Redução dos Prazos de Entrega Orientando ao Produto as Tarefas Administrativas numa Empresa de Montagem de Veículos*, 5º Congresso Luso - Moçambicano de Engenharia, Maputo, Moçambique;
- Liker, J. K. & Meier, D. (2006), *The Toyota Way Fieldbook – A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*, McGraw Hill;
- Liker, J. K. (2004), *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, McGraw Hill;
- Medeiros, A. P. & Fernandes, A. A. & Jorge, R. N. (2008), *Criação e Aplicação de Métodos Lean na Concepção e Desenvolvimento de Produtos Mobiliários*, Rio de Janeiro, Brasil, ENEGEP;
- Melton, T. (2005), *The Benefits of Lean Manufacturing : What Lean Thinking has to Offer the Process Industries*, ICheme;
- Monden, Y. (1998), *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just in Time*, 3ª Edition, Norcross, Georgia ,Engineering & Management Press;
- Nogueira, M. A. A. (2010), *Implementação da Gestão da Produção Lean: Estudo de Caso*, Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa;
- O'Brien, R. (1998), *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*, Faculty of Information Studies, University of Toronto;
- Ohno, T. (1997), *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala*, Porto Alegre, Bookman;
- Ortiz, C. A. (2006), *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*, New York, United States of America, CRC Press – Taylor & Francis Group;
- Rother, M. & Shook, J. (1999), *Learning to See – Value Stream Mapping to Create and Eliminate Muda*, Massachusetts, USA, The Lean Enterprise Institute;
- Rother, M. (2009), *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness, and Superior Results*, McGraw Hill;
- Sá, J. C. & Carvalho, J. D. & Sousa, R. M. (2011), *Waste Identification Diagrams*, A Engenharia como Alavanca para o Desenvolvimento e Sustentabilidade, 6º Congresso Luso – Moçambicano de Engenharia, Maputo, Moçambique;
- Sá, J. C. V. (2010), *Modelo de Análise e Diagnostico de uma Unidade Produtiva*, Dissertação de Mestrado em Qualidade, Segurança e Manutenção/ Engenharia Industrial, Escola de Engenharia, Universidade do Minho;
- Saunders, M. & Lewis, P. & Thornhill, A. (2007), *Research Methods for Business Students*, 4ª Edition, Financial Time – Printice Hall;



Scotelano, L. S. (2007), *Aplicação da Filosofia Kaizen e uma Investigação Sobre a sua Difusão em uma Empresa Automobilística*, Revista FAE, Volume 10, Curitiba;

Shingo, S. (1985), *A Revolution in Manufacturing: the SMED system*, Portland, Oregon, Productivity Press;

Shingo, S. (1989), *A Study of the Toyota Production System From Industrial Engineering Viewpoint*, Revised Edition, Productivity Press;

Souza, A. L. A. C. (2010), *Célula de Projectos: a Organização Celular do Processo de Projecto de Edifícios*, Dissertação de Doutoramento em Engenharia de Produção/ Gestão Industrial e Sistemas, Universidade do Minho;

Team, T. P. D (1996), *Quick Changeover for Operators: the SMED System*, Portland, Oregon, Productivity Press;

Team, T. P. D (2002), *Standard Work for the Shopfloor*, New York, USA, Productivity Press;

Team, T. P. D. (1998), *Just in Time for Operators*, New York, USA, Productivity Press;

WEINIG (2010), *La Serie Unimat*, Grupo Weinig;

Womack, J. & Jones, D. (2003a), *Seeing the Whole – Mapping the Extended Value Stream*, Massachusetts, USA, The Lean Enterprise Institute;

Womack, J. & Jones, D. T. (2003b), *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, 1ª Edition, New York, USA, Free Press;

Womack, J.P. & Jones, D.T. & Rood, D. (1990), *The Machine That Changed The World*, New York, USA, Rawson Associates;



# **Anexos**





## ANEXO A – SIMBOLOGIA UTILIZADA NA CONSTRUÇÃO DO VSM

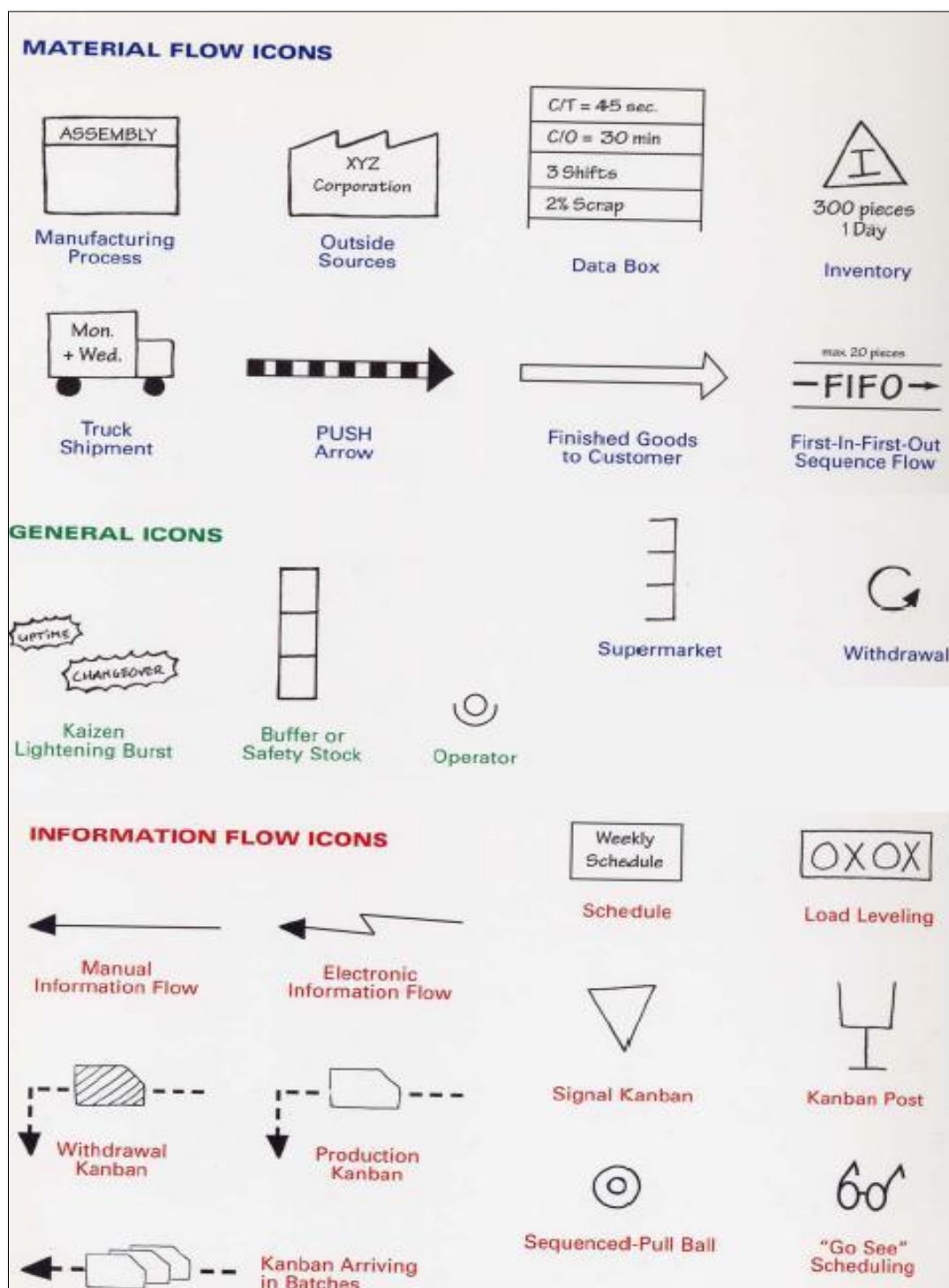
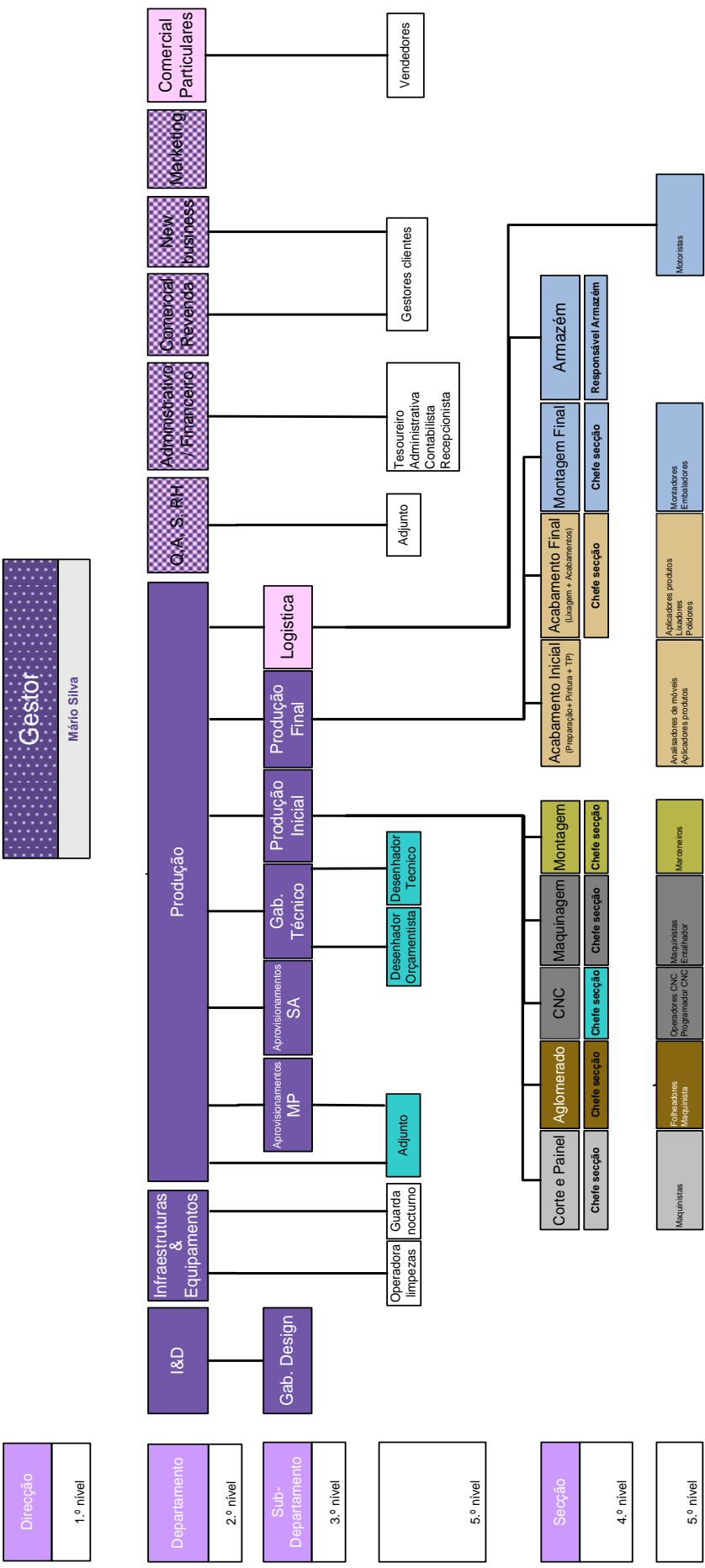


Figura 52 – Simbologia Usada na Construção do VSM (Womak; Jones, 2003a)



ANEXO B – ORGANIGRAMA DA EMPRESA



Legenda: AFS AFS e AF AF

Ed. 06-2010 – Data alteração: 18-10-2010

Figura 53 – Estrutura organizacional da empresa (AM Móveis, 2010)



## ANEXO C – VESTUÁRIO DE TRABALHO



Figura 54 – Código de cores usado na empresa



Figura 55 – Vestuário de trabalho utilizado



## ANEXO D – DOCUMENTOS EMITIDOS PARA A PRODUÇÃO

**Secção: 1 Corte** **Semana:** **A.M. Móveis**

Componente	Observações	Medida c/ Aumento		Madeira	Medida Final		m Linear	Corte	Eq.	Platina/ Des.	Mold.	Traç. Verd.	Marc.	Mold	QTD
		Comp.	Larg. Esp.		Comp.	Larg. Esp.									
TAMPO TRAVESSA FRONTAL 8610C		566	x 75 x 21	CEREJEIRA	546	x 70 x 17	0,57							0	1
TAMPO TRAVESSA LATERAL 8610C		411	x 75 x 21	CEREJEIRA	391	x 70 x 17	0,82							0	2
TAMPO TRAVESSA TRASEIRA 8610C		451	x 55 x 21	CEREJEIRA	431	x 50 x 17	0,45							0	1

Ind\_CORTE: 1,839

CEREJEIRA 21  
Quant. Total: 4  
mm Totais: 1839  
Semana:  
Ind\_CORTE: 1,839

---

Corte Esquadrejadora Platina/Desengrossa Molduradora Traçador Vertical Marcação

segunda-feira, 3 de Janeiro de 2011

Data início: \_\_\_\_\_ Data fim: \_\_\_\_\_  
Hora início: \_\_\_\_\_ Hora fim: \_\_\_\_\_

Página 3 de 4

Figura 56 – Ordem de Produção para a secção de Corte

## Secção: 2 Aglomerado

## A.M. Móveis

N <sup>o</sup> Des. Componente	Medida c/ Aumento Comp. Larg. Esp.	Madeira	SEMANA:	Agglom. Orladora Prensa	QTD/Total
GAVETA SUP - FRENTE	410 x 100 x 22	MDF 22			1
8610C					
GAVETA INF - FRENTE	410 x 130 x 22	MDF 22			2
8616C					

lote painel

Lote

6495

Ind\_2010:

m2: 0,1476

Quant: 3

Agglom. tudo
Orladora
Prensa

--	--	--

segunda-feira, 3 de Janeiro de 2011

Figura 57 – Ordem de Produção para a secção de Aglomerado



## Secção: 3 Painel

A.M. Móveis

Código Artigo: 8610C

Nº Nota:

segunda-feira, 3 de Janeiro de 2011

CÓDIGO DO LOTE: 6495

Nº INTERNO: 123335

QUANTIDADE: 1

Modelo: BRASIL

Descrição: CAMISEIRO BRASIL - CEREJEIRA

Madeira: CEREJEIRA

Nº Des.	Componente	QTD	Medida Final			Madeira	Moldura	Notas	QTD/Total
			Comp.	Larg.	Esp.				
	GAVETA FUNDO	3	380	x	298 x 7,2	TULIPEIRA	0	0	3
	COSTA ALMOFADA	1	548	x	527 x 8	RAPLACADO CHOUPE	0	0	1

### PAINEL

TULIPEIRA

	Comp.	Esp.	Quant.
Painéis	400	11	0,7
Gavetas	350	19	0,7
Gavetas	450	19	0,3
Soma			1,71

Figura 58 – Ordem de Produção para a subsecção de PAINEL

MAQUINAGEM		LOTE: 6495			
8610C CAMISEIRO BRASIL - CEREJEIRA					
GUIA CENTRAL					
Nº Des. Componente	Medida Certa			Madeira	QTD
	Comp.	Larg.	Esp.		
GUIA CENTRAL	425,0	x 40	x 30	CEREJEIRA	2

segunda-feira, 3 de Janeiro de 2011

Página 2 de 6

Figura 59 – Ficha de Acompanhamento do componente para a Maquinagem

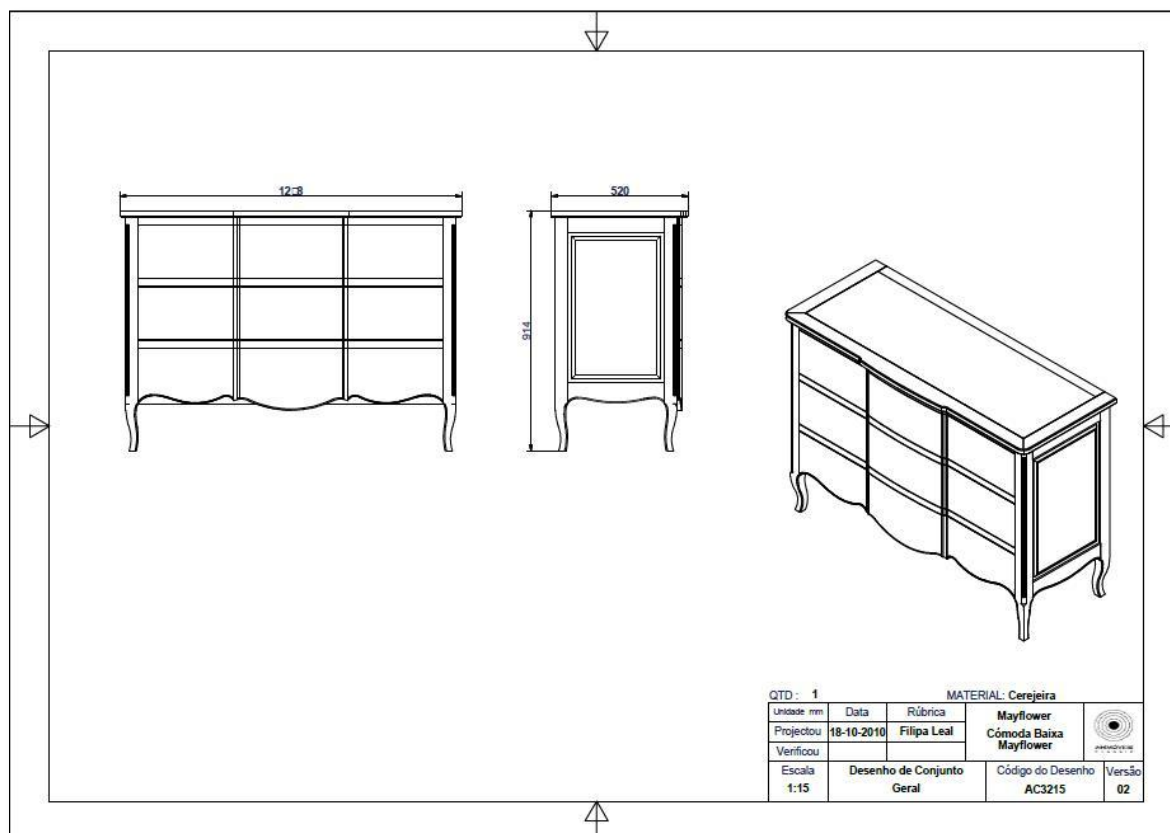


Figura 60 – Desenho Técnico da cómoda Mayflower





## ANEXO E – LAYOUT DA EMPRESA



Figura 61 – Layout da empresa AM Móveis



## ANEXO F – ESPESSURAS DAS DIFERENTES MADEIRA

Tabela 24 – Espessuras para cada tipo de madeira

Cerejeira (mm)	Castanho (mm)	Carvalho (mm)	Tília (mm)	Tulipeira (mm)	Soft Maple (mm)	PC Maple (mm)	Freixo (mm)	Soft Maple 1 <sup>a</sup> Alinhada (mm)	Eucalipto (mm)	Nogueira (mm)	Sapeli (mm)	Sicomoro (mm)
21	21	30	35	22	40	30	21	38	40	30	50	55
25	25	35	55	27	50	38	25	50	45	50		
27	30	50	70	35	80	50	38					
30	35	70	100	50	90							
35	40	75	120									
40	50	80										
50	70											
55	80											
70												
80												



## ANEXO G – ANÁLISE ABC PARA OS TIPOS DE MADEIRA

Tabela 25 – Resultados da análise ABC para o tipo de madeira

Tipo de madeira	Espessura (mm)	Frequência (m <sup>3</sup> )	Frequência Acumulada	%	% Acumulada	Classificação ABC
Cerejeira	30	18,89559	18,89559	19,16%	19,16%	A
Cerejeira	35	11,42040	30,31599	11,58%	30,74%	A
PC Maple	50	8,98933	39,30532	9,11%	39,85%	A
PC Maple	38	8,19594	47,50126	8,31%	48,16%	A
Soft Maple 1ª Alinhada	38	8,15673	55,65799	8,27%	56,43%	A
PC Maple	30	7,21669	62,87468	7,32%	63,74%	A
Cerejeira	50	5,31409	68,18877	5,39%	69,13%	A
Cerejeira	27	3,73051	71,91928	3,78%	72,91%	A
Tulipeira	27	3,38966	75,30894	3,44%	76,35%	A
Carvalho	30	2,81740	78,12634	2,86%	79,21%	A
Cerejeira	55	2,65176	80,77810	2,69%	81,90%	B
Tulipeira	35	2,21627	82,99437	2,25%	84,14%	B
Cerejeira	21	1,47208	84,46645	1,49%	85,63%	B
Soft Maple	50	1,32567	85,79213	1,34%	86,98%	B
Cerejeira	70	1,30952	87,10164	1,33%	88,31%	B
Carvalho	35	1,30500	88,40664	1,32%	89,63%	B
Cerejeira	40	1,30448	89,71113	1,32%	90,95%	C
Tília	70	1,12892	90,84004	1,14%	92,10%	C
Carvalho	50	1,12319	91,96324	1,14%	93,24%	C
Soft Maple	40	0,98684	92,95008	1,00%	94,24%	C
Tília	120	0,85745	93,80753	0,87%	95,11%	C
Freixo	38	0,81158	94,61911	0,82%	95,93%	C
Nogueira	30	0,77200	95,39110	0,78%	96,71%	C
Tulipeira	50	0,49366	95,88476	0,50%	97,21%	C
Carvalho	70	0,39345	96,27821	0,40%	97,61%	C
Tília	55	0,39081	96,66902	0,40%	98,01%	C
Tília	100	0,34900	97,01802	0,35%	98,36%	C
Tília	35	0,31404	97,33205	0,32%	98,68%	C
Castanho	50	0,20805	97,54010	0,21%	98,89%	C
Castanho	30	0,20260	97,74271	0,21%	99,09%	C

Cerejeira	<b>25</b>	0,16752	97,91023	0,17%	99,26%	C
Eucalipto	<b>45</b>	0,15568	98,06590	0,16%	99,42%	C
Cerejeira	<b>80</b>	0,11782	98,18372	0,12%	99,54%	C
Soft Maple	<b>80</b>	0,09868	98,28240	0,10%	99,64%	C
Nogueira	<b>50</b>	0,08239	98,36480	0,08%	99,73%	C
Eucalipto	<b>40</b>	0,06551	98,43030	0,07%	99,79%	C
Carvalho	<b>80</b>	0,05878	98,48908	0,06%	99,85%	C
Freixo	<b>21</b>	0,04752	98,53660	0,05%	99,90%	C
Castanho	<b>35</b>	0,04215	98,57875	0,04%	99,94%	C
Castanho	<b>25</b>	0,02923	98,60798	0,03%	99,97%	C
Soft Maple 1ª Alinhada	<b>30</b>	0,01188	98,61986	0,01%	99,98%	C
Freixo	<b>25</b>	0,01128	98,63114	0,01%	100,00%	C
Sapeli	<b>50</b>	0,00460	98,63574	0,00%	100,00%	C



## ANEXO H – ANÁLISE DOS FLUXOS PRODUTIVOS – SECÇÃO DE CORTE

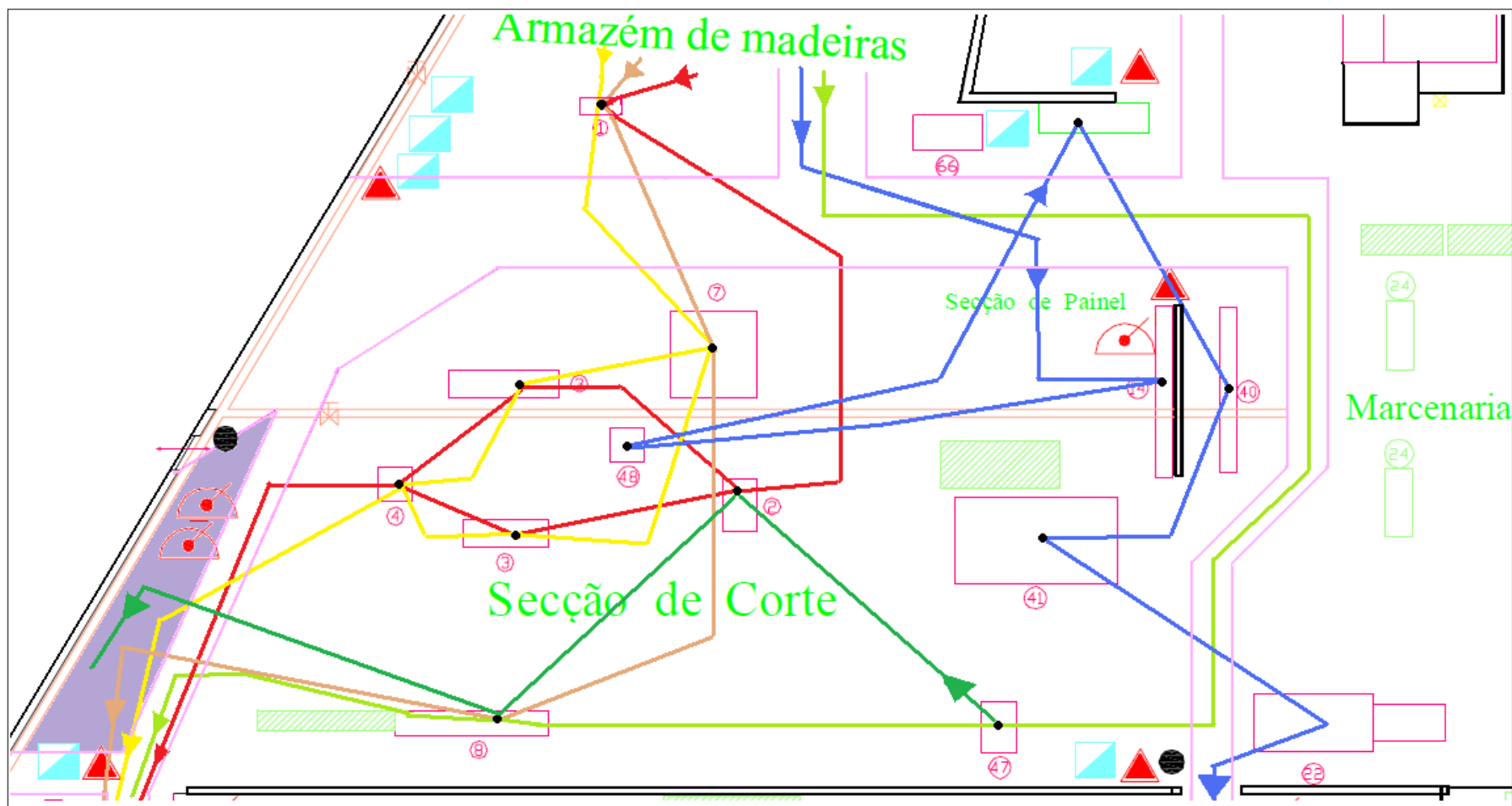









Figura 62 – Diagrama Spaguetti para a secção de Corte

**Legenda:**

-  Processo de corte em régua
-  Processo de corte para material com recortes
-  Processo de corte quando as quantidades são pequenas
-  Processo de corte quando as quantidades são elevadas
-  Processo de fabrico de painel
-  Madeira de aproveitamento da multi-serra
-  Stock temporário de componentes

**Sequência**

- Armazém de Madeira – 47 – 8
- Armazém de Madeira – 1 – 2 – 3 – 4
- Armazém de Madeira – 1 – 7 – 3 – 4
- Armazém de Madeira – 1 – 7 – 8
- Armazém de Madeira – 14 – 48 – 40 – 41 – 22
- Multi-Serra – 2 – 8

**Tabela 26 – Equipamentos da secção de Corte e respetiva função**

Nº da Máquina	Tipo de Equipamento	Função	Quantidade
1	Traçador Horizontal	Traça a madeira ao comprimento	1
2	Serra de fita	Corta a madeira conforme a moldura	1
3	Plaina	Alinha a madeira	2
4	Desengrosso	Desgasta cerca de 1mm à peça	1
7	Esquadrejadora	Corta a peça à largura	1
8	Molduradora	Desgasta e faz molduras	1
14	Serra Vertical	Serra painel	1
40	Traçador Vertical	Corta à medida	1
41	Prensa de Painel	Cola painel	1
47	Multi-Serra	Corta madeira para régua	1
48	Serra Circular		1
66	Destroçador	Tritura madeira	1



## ANEXO I – LAYOUT PROPOSTO PARA A SECÇÃO DE CORTE

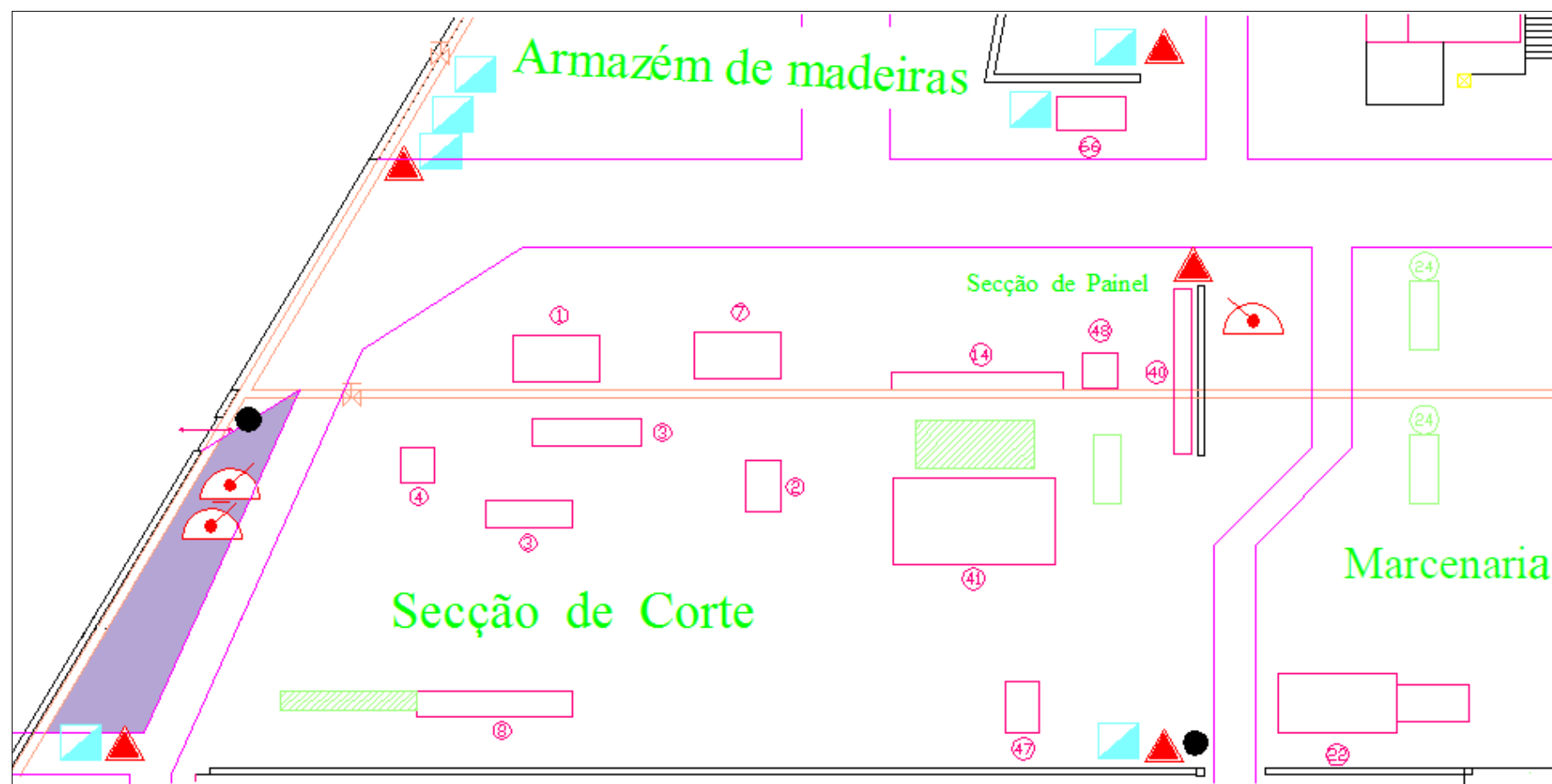


Figura 63 – Layout proposto para a secção de Corte

## ANEXO J – OPERAÇÕES DE PREPARAÇÃO DA MOLDURADORA

Tabela 27 – Operações de preparação da Molduradora

Op.	Designação	Tipo	Duração (min)	Precedências	Ferramentas	Observações
A	Verificação de papéis	Interna	0,30			O colaborador pega nas ordens de produção e confirma quais os componentes que vai processar a seguir e rubrica os que saíram
C	Painel de controlo	Interna	0,27			Reinicia as dimensões gravadas
D	Retirar a 1ª mó do 1º conjunto	Interna	1,00		Chave "allen"	Incluir levantar o tubo de aspiração e aliviar os 3 parafusos recorrendo à chave "allen". Terminar de desapertar com a mão e retirar a mó pretendida
E	Retirar a 2ª mó do 1º conjunto	Interna	1,08	D	Chave "allen", marreta e chave de "fendas"	Aliviar os 3 parafusos recorrendo à chave "allen". Terminar de desapertar com a mão. Com a marreta bate no cabo da chave de "fendas" na junta da mó e retira-se a mó pretendida
F	Deslocação até ao armário das mós e serras	Interna	0,89			O colaborador pega nos parafusos e nas mós retiradas e leva-as para o armário, e de lá trás todas as mós de que vai precisar a seguir
G	Troca do 2º conjunto de mós (lixa)	Interna	0,59	F	Chave de "bocas" e chave "allen"	Inclui posicionar o veio, seguidamente com a chave de "bocas" alivia o parafuso de aperto, retira as mós substituindo-as pelas novas. Para apertar o parafuso de aperto recorre-se à chave "allen"
H	Troca do 3º conjunto de mós (lixa)	Interna	0,72	F		
I	Troca da última mó (lixa)	Interna	0,42	F		
J	Abrir compartimento das serras	Interna	0,17			Roda a presilha de aperto da tampa, puxa as guias, fixadas por alavanca. Posteriormente retira-se a tampa
K	Baixar estrutura de encaixe da serra	Interna	1,20	J		O colaborador desloca-se ao painel de controlo para baixar a serra de forma automática. Pelo caminho, antes de chegar ao painel de controlo, baixa o tubo da aspiração do 1º conjunto de mós e só depois procede ao processo de baixar a serra. Enquanto espera que a serra atinja a posição pretendida, ele vai ao armário das mós e serras (ali ao lado) e traz a serra. O colaborador fica à espera que a máquina termine de posicionar a serra
L	Trocar serra	Interna	1,42	K	Chave de "lunetas"	Desapertar a rosca do veio, subir o suporte da serra de forma manual recorrendo a uma manivela, introduzir a serra no veio e colocar os anéis



						espaçadores. No final voltar a colocar a rosca, apertando-a com a chave de "lunetas"
<b>M</b>	Ajustar altura da serra	Interna	2,37	L	Chave de "bocas"	O colaborador introduz uma ripa de madeira semelhante às peças que vão ser processadas e depois ajusta a altura da serra, recorrendo a uma manivela e posteriormente com a chave de "bocas" aperta 3 parafusos e roda 2 válvulas manualmente sendo a sequência aleatória, isto é, pode apertar um parafuso depois a válvula e voltar a apertar o mesmo parafuso. De seguida coloca a tampa no painel e aperta a presilha deste.
<b>N</b>	Ajuste dos roletes	Interna	0,92		Alicate de "pontas"	Com o alicate de "pontas" aperta o fio do rolete. Posteriormente arruma todo o material recentemente utilizado.
<b>O</b>	Ajuste a largura da entrada da máquina	Interna	1,00		Fita métrica	Retira-se uma peça do lote que vai ser processado, mede-se a sua largura com a fita métrica e ajuste-se as barras da entrada da molduradora através de alavancas
<b>P</b>	Ajuste da 1ª guia	Interna	0,84	O		Após a primeira peça ter entrado, ajusta-se o posicionamento horizontal e vertical da guia sendo a fixação por sistema de alavancas. O colaborador precisa de se deslocar até ao local de entrada das peças, a fim de verificar o posicionamento vertical da guia
<b>Q</b>	Ajuste da 2ª guia	Interna	0,84	P		
<b>R</b>	Ajuste da 3ª guia	Interna	0,96	Q	Grampo e chave de "lunetas"	Após a peça passar na primeira guia, ajusta-se o posicionamento horizontal e vertical do 3ª guia sendo a fixação feita através do aperto um parafuso com a chave de "lunetas". De seguida o colaborador poussa um pedaço de madeira por cima da guia e prende-o com grampo ao quadro da máquina
<b>S</b>	Afinação da largura da entrada de máquina	Interna	0,86		Chave de "bocas"	Retira-se a 2º peça do lote a processar e esta é introduzida na máquina. Com a chave de "bocas" aperta-se o parafuso na entrada, mas desta vez do lado interior da máquina e também realiza-se ligeiros acertos nas alancas exteriores (total de 2 internos e 1 externo)
<b>T</b>	Afinação da 1ª e 2ª guia	Interna	1,92	S		Após a entrada da 2ª peça, o colaborador espreita pelo outro lado da máquina e mexe na posição do quadro fixando-o por alavanca. O colaborador desloca-se até á entrada máquina para verificar a posição vertical dos quadros
<b>V</b>	Medição da 1ª peça	Interna	0,49	R	Paquímetro	Colaborador desloca-se ao local de saída e mede a largura da 1ª peça com o paquímetro
<b>W</b>	Acionamento do tapete rolante	Externa	0,63	V		Aciona o tapete que transporta as peças processadas



## ANEXO K – OPERAÇÕES DE PREPARAÇÃO DA CNC-MQ-01

Tabela 28 – Lista das possíveis operações realizadas na CNC-MQ-01

Op.	Designação	Tipo	Ferramentas	Descrição da Operação
A	Limpeza da mesa da CNC/componente	Interna	Pistola de ar	Remove de cima da mesa e do componente os resíduos resultantes do processo.
B	“Casar” os componentes	Interna		Consiste em colocar no carrinho, os diferentes componentes já processados que futuramente vão constituir o móvel. O operador coloca também o material já processado e que está encostado à parede no carrinho.
C	Preparar o próximo componente	Interna Externa	Grosa	Consiste em retirar do carrinho os diferentes componentes encostando-os à parede e em certas ocasiões remover os excessos de folha recorrendo a uma grosa.
D	Troca de ventosas	Interna	Chave de sextavada	Nesta operação, são colocadas uma dos três tipos diferentes de ventosas. Assim, o operário efetua uma ou mais deslocações para ir buscar as ventosas que se encontram num dos extremos da máquina (no caso da “convencionais” e das “metálicas”) ou perto do armário das fresas (caso sejam as de “MDF”). Esta operação consiste em retirar as atuais ventosas que se encontram em cima da mesa e posicionar as novas. A chave de sextavada apenas é usada para apertar as ventosas “metálicas”.
E	Troca de peças da ventosa	Interna	Marreta	Esta troca de peças, apenas ocorre quando os componentes a processar têm uma altura ligeiramente mais elevada. Este processo acontece nas ventosas “convencionais” e consiste em retirar a cabeça da ventosa e trocar o corpo ou parte central por uma peça ligeiramente mais alta. Posteriormente coloca-se a cabeça da ventosa e recorre-se ao uso da marreta para garantir que a cabeça da ventosa ficou bem colocada.
F	Medir componente	Interna	Fita métrica	Consiste em medir o comprimento e largura do componente, de modo a que a mesa e as ventosas sejam ajustadas. Contudo, verificou-se que esta operação ocorre várias vezes, ou seja, o operário vai até ao componente e mede, depois ajusta a mesa, vai ao painel de controlo e como não está direito, tem a necessidade de medir o componente novamente.
G	Colocação das ventosas/Ajustar as barras da mesa	Interna	Fita métrica	A colocação das ventosas e o ajuste da mesa é feito por tentativa e erro, através de várias medições com a fita métrica. Ajusta-se a mesa para o comprimento do componente e as ventosas para a sua largura. Como é feito por tentativa e erro, operário desloca-se várias vezes até ao painel de controlo, para verificar se as ventosas estão posicionadas no local correto, ou para junto do componente para confirmar medidas.
H	Colocação de fita-cola	Interna	Fita-cola	A fita-cola serve para tapar os orifícios por onde sai o ar, devido às ventosas não ficarem sobrepostas sobre esses orifícios.
I	Deslocações ao painel de controlo	Interna		Estas repetidas deslocações servem ir buscar o programa que será utilizado, confirmar se as ventosas estão bem posicionadas, bem como para efetuar pequenos ajustes às coordenadas do programa, ou ainda identificar as fresas que serão de usadas.
J	Colocação do componente	Interna	Fita métrica	Nesta operação, o operador coloca o componente em cima das ventosas. No entanto, grande parte das vezes necessita de fazer ajustes quer às barras da mesa, quer as ventosas. Em alguns casos, os ajustes requerem o uso



				de fita métrica e/ou mesmo remover o componente e medir o espaço para depois voltar a colocar o componente.
K	Buscar fresas	Interna		O operário abandona a máquina e desloca-se ao armário das fresas para trazer a nova fresa que será usada.
L	Trocar as fresas	Interna		Consiste em abrir o alimentador, procurar uma fresa que possa ser retirada e substituí-la pela nova fresa.
M	Arrumar fresas	Interna		O operário abandona a máquina e desloca-se ao armário das fresas para colocar a fresa que foi retirada.
N	Buscar brocas	Interna		As brocas encontram-se no carro de ferramentas utilizado como bancada de trabalho. Aí, encontra-se uma caixa com vários tipos de brocas. Implica abrir a gaveta e depois abrir as diferentes caixas para encontrar a broca certa. Algumas das brocas encontram-se no armário das fresas.
O	Medir brocas	Interna	Paquímetro	Como as brocas não se encontram organizadas, o operário tem a necessidade de medir as brocas para garantir que estas têm o diâmetro correto.
P	Trocar as brocas	Interna	Chave de bocas Marreta Chave de parafusos estrela Chaves de fendas	Neste caso, o operário pode retirar uma fresa da CNC ou armário e através da chave de bocas e marreta retira a broca e substitui-a por outra, ou então recorrendo a uma chave de parafusos estrela ou fenda substitui a broca diretamente na máquina CNC.
Q	Confirmação da qualidade do processo	Interna	Ferragem Paquímetro Fita métrica	Durante o processo, o operário por vezes tem a necessidade de verificar a qualidade do processo realizado pela CNC. Assim, recorre ao auxílio do paquímetro ou da fita métrica, para verificar as dimensões, e à futura ferragem que o móvel vai usar para ver se esta encaixa.
R	Transporte de componentes	Interna	Carro de transporte	O operário transporta os componentes processados para o posto seguinte, manualmente ou com o auxílio do carrinho de transporte.
S	Ajustes Finais	Interna		Após o componente já se encontrar posicionado na mesa, o operário sente a necessidade de fazer pequenos ajustes à posição das ventosas e/ou das barras da mesa.
T	Buscar lâminas	Interna Externa		O operário vai ao armário e traz a caixa das lâminas.
U	Troca de lâminas	Interna	Chave de fendas	O operador retira a lâmina da fresa, desapertando os parafusos que prendem a lâmina. A fresa tanto pode estar no armário como na própria CNC.
V	Arrumar lâminas	Externa		O operário pega na caixa das lâminas e coloca-as no armário.
W	Encostar o componente processado à parede	Interna		O operador pega no componente processado e encosta-o à parede e aguarda que todo o lote seja processado para o colocar no carro de transporte.

## ANEXO L – SÍNTESE DOS PROBLEMAS E MELHORIAS PARA CNC

A Tabela 29 pretende sintetizar os problemas identificados durante a realização da análise SMED às máquinas CNC, revelando também qual a proposta de melhoria encontrada.

**Tabela 29 – Síntese dos problemas e melhorias para as máquinas CNC**

Nº	Problema	Proposta de Melhoria
1	Diferentes sequências de operações para a maquinagem do mesmo componente	Elaboração de um procedimento de trabalho para o operador (normalizar o processo)
2	Várias deslocações para medir o componente	Formação do operário para escrever as medidas na etiqueta quando pega no componente pela primeira vez)
3	Colocação de componentes encostados à parede, o que implica uma operação adicional (“Casar” componentes)	Criação de carros de transporte compartimentados
4	Preparação de apenas 1 das mesas, ou seja, não aproveitamento total das mesas da máquina	Marcação dos limites no tapete de segurança e estabelecer procedimento de trabalho
5	Local das ventosas, distante da mesa de preparação mais utilizada (mesa 1)	Construção de uma estrutura ao centro máquina (entre ambas as mesas)
6	Maioria dos “pinos” sem cápsula azul (mais difícil para os agarrar)	Aquisição de novos “pinos”
7	Pinos azuis difíceis de remover (por serem pequenos e estarem magnetizados)	Construção de uma ferramenta que auxilia a remoção dos pinos azuis
8	Colocação das ventosas e ajuste da mesa por tentativa e erro	Inserção de esquema representativo da disposição das ventosas na ficha de acompanhamento/programa
9	Ajustes finais	Colocação de fita métrica na barra da mesa (elimina esta operação)
10	Ventosas de “MDF” espalhadas pelo chão (sem organização)	Arrumação das ventosas “MDF” num carro de transporte
11	Perdas de tempo na procura das ferramentas necessárias que se encontram no carro de ferramentas	Construção de uma bancada junto ao painel de controlo, com apenas as ferramentas/material estritamente necessário.
12	Necessidade de medição das brocas e comparar as lâminas com a ferragem (operação desnecessária)	Colocação das brocas mais utilizadas na bancada junto ao painel de controlo e as restantes organizadas e identificadas dentro da mesma caixa, assim como as lâminas
13	Cabos espalhados pelo chão (dificulta a limpeza e pode causar acidentes de trabalho)	União dos cabos próximos, passar o máximo de cabos pelo mesmo local, aquisição de estruturas elevatórias e pregar cabos à parede
14	Carro das ferramentas usado como bancada de troca de brocas e lâminas	Construção de uma bancada mais apropriada (com apenas as ferramentas necessárias para realizar a troca)
15	Fresas e brocas longe do local onde se efetua a troca	Remoção da rede para diminuir a distância do armário das fresas e brocas
16	Setup da máquina para componentes fora das conformidades, paragem de processo por faltar das fresas necessárias e programas indisponíveis ou errados, deslocações do operador devido à necessidade das fresas polivalentes	Elaboração de um procedimento de trabalho para o chefe de secção
17	Procedimento de limpeza varia de acordo com o operador de CNC	Normalização do procedimento de limpeza
18	Perda de tempo na troca das peças das ventosas convencionais	Aquisição de mais ventosas que deverão se encontrar já pré-montadas



## ANEXO M – MÉTODO DE LIMPEZA ATUAL

- Limpeza da parte superior das mesas com a pistola de ar;
- Limpeza do braço da CNC e tambor das fresas com a pistola de ar;
- Limpeza do chão por de trás e parte lateral da máquina com a pistola de ar (necessita de levantar os vários cabos existentes);
- Colocação do pedal em cima da mesa 1;
- Colocação do comando manual junto ao painel de controlo;
- Na frente da máquina e na área entre o tapete de segurança e máquina, sopra o pó com a pistola de ar;
- Colocação do pedal em cima da mesa 2;
- Buscar a pá;
- Levanta os cabos e com a pá remove os resíduos da área entre o tapete de segurança e a máquina;
- Com a pá, junta os resíduos perto da aspiração da esquadrejadora;
- Com a pistola de ar sopra o tambor das fresas e o chão por detrás da máquina;
- Com a pistola de ar sopra os resíduos no interior da máquina;
- Com a pistola de ar limpa o tapete de segurança e área entre tapete e a própria máquina;
- Com a pistola de ar sopra a área envolvente da máquina, como zona dos carros de transporte, armário das fresas e local das ventosas de “MDF”;
- Nos resíduos acumulados junto à esquadrejadora, recolhe os pedaços de madeira e coloca-os no respetivo contentor;
- Liga o sistema de aspiração junto da esquadrejadora e aspira os resíduos;
- Deslocação ao painel de controlo para puxar o braço da CNC para o extremo da mesa 1;
- Aciona o sistema de aspiração por de trás da CNC e aspira a área envolvente e a “lagarta” da máquina;
- Com a vassoura empurra os resíduos de maior dimensão para o captador de aspiração;
- Colocação dos pedais no chão e arrumar o material;

## ANEXO N – ANÁLISE ABC PARA OS PRODUTOS

Tabela 30 – Resultados da análise ABC por linha de produto

Tipo de Produtos	Frequência	Frequência Acumulada	%	% Acumulada	Classificação ABC
CopaCabana (modular)	2139	2139	24,66%	24,66%	A
Oriente (modular)	2127	4266	24,52%	49,18%	A
Romeo (modular)	620	4886	7,15%	56,33%	A
Versus	469	5355	5,41%	61,74%	A
Brasil	277	5632	3,19%	64,93%	A
Romeo	252	5884	2,91%	67,83%	A
Luís XV	220	6104	2,54%	70,37%	A
Brasil (modular)	193	6297	2,23%	72,60%	A
Directoire (modular)	166	6463	1,91%	74,51%	A
CopaCabana	165	6628	1,90%	76,41%	A
Domicil	162	6790	1,87%	78,28%	A
Artibaleno	161	6951	1,86%	80,14%	B
MayFlower	160	7111	1,84%	81,98%	B
Oriente	148	7259	1,71%	83,69%	B
África	145	7404	1,67%	85,36%	B
AC2007	119	7523	1,37%	86,73%	B
Nice	113	7636	1,30%	88,03%	B
Eneida (modular)	101	7737	1,16%	89,20%	B
Pompadour	96	7833	1,11%	90,30%	C
Directoire	77	7910	0,89%	91,19%	C
Atenas (modular)	74	7984	0,85%	92,05%	C
Goia	69	8053	0,80%	92,84%	C
Atenas	64	8117	0,74%	93,58%	C
Verona	58	8175	0,67%	94,25%	C
Executive	54	8229	0,62%	94,87%	C
Luís Philippe	51	8280	0,59%	95,46%	C
Millenium (modular)	41	8321	0,47%	95,93%	C
Prestige	39	8360	0,45%	96,38%	C
Cuba	37	8397	0,43%	96,81%	C
Dalila	35	8432	0,40%	97,21%	C



## Organização da Produção através da aplicação de Ferramentas Lean numa Empresa de Mobiliário

Macau	31	8463	0,36%	97,57%	C
Luís XVI	30	8493	0,35%	97,91%	C
Francês	24	8517	0,28%	98,19%	C
Doria	22	8539	0,25%	98,44%	C
Adonis	20	8559	0,23%	98,67%	C
Plaza	16	8575	0,18%	98,86%	C
Vila Viçosa	15	8590	0,17%	99,03%	C
Oriental	14	8604	0,16%	99,19%	C
Orfeu	13	8617	0,15%	99,34%	C
Orleães	12	8629	0,14%	99,48%	C
Galo	11	8640	0,13%	99,61%	C
Orion	8	8648	0,09%	99,70%	C
Byblos (modular)	7	8655	0,08%	99,78%	C
Bragança	4	8659	0,05%	99,83%	C
Millenium	4	8663	0,05%	99,87%	C
Amelie	2	8665	0,02%	99,90%	C
Chanel	2	8667	0,02%	99,92%	C
Eneida	2	8669	0,02%	99,94%	C
Toscana	2	8671	0,02%	99,97%	C
Allegro	1	8672	0,01%	99,98%	C
Artes	1	8673	0,01%	99,99%	C
Beta	1	8674	0,01%	100,00%	C

# ANEXO O – ANÁLISE DOS FLUXOS PRODUTIVOS – SECÇÃO DE MAQUINAGEM

Tabela 31 – Fluxos produtivos dos vários componentes na secção de Maquinagem

Portas	Ilhargas	Tampos	Gavetas	Costas	Placa	Almofadas	Guias
Traçador Vertical	Traçador Vertical	Traçador Vertical	Calibradora	Traçador Vertical	Esquadrejadora	Calibradora	Traçador Vertical
Pré montagem	Marcação	Esquadrejadora	Esquadrejadora	Marcação	Tupia	Tupiador	Calibradora
Calibradora	Serra de fita	Marcação	Malhetadeira	Respigadora	Calibradora	Pré montagem	Respigadora
CNC	Respigadora	Multifurador	Multifurador	Tupia	Pré montagem	Pintura	Marceneiro
Tupia	Tupia	Respigadora	Tupia	Calibradora		Pré montagem	
Esquadrejadora	Calibradora	Tupia	Pré montagem	Pré montagem			
Furador Normal	Pré montagem	Pré montagem	Calibradora	Calibradora			
Pré montagem	Calibradora	Calibradora	Lixadora de gavetas	Esquadrejadora			
CNC	CNC	CNC	Tupia	Marceneiro			
Tupia	Tupia	Entalhador					
Entalhador	Entalhador						
Marceneiro							

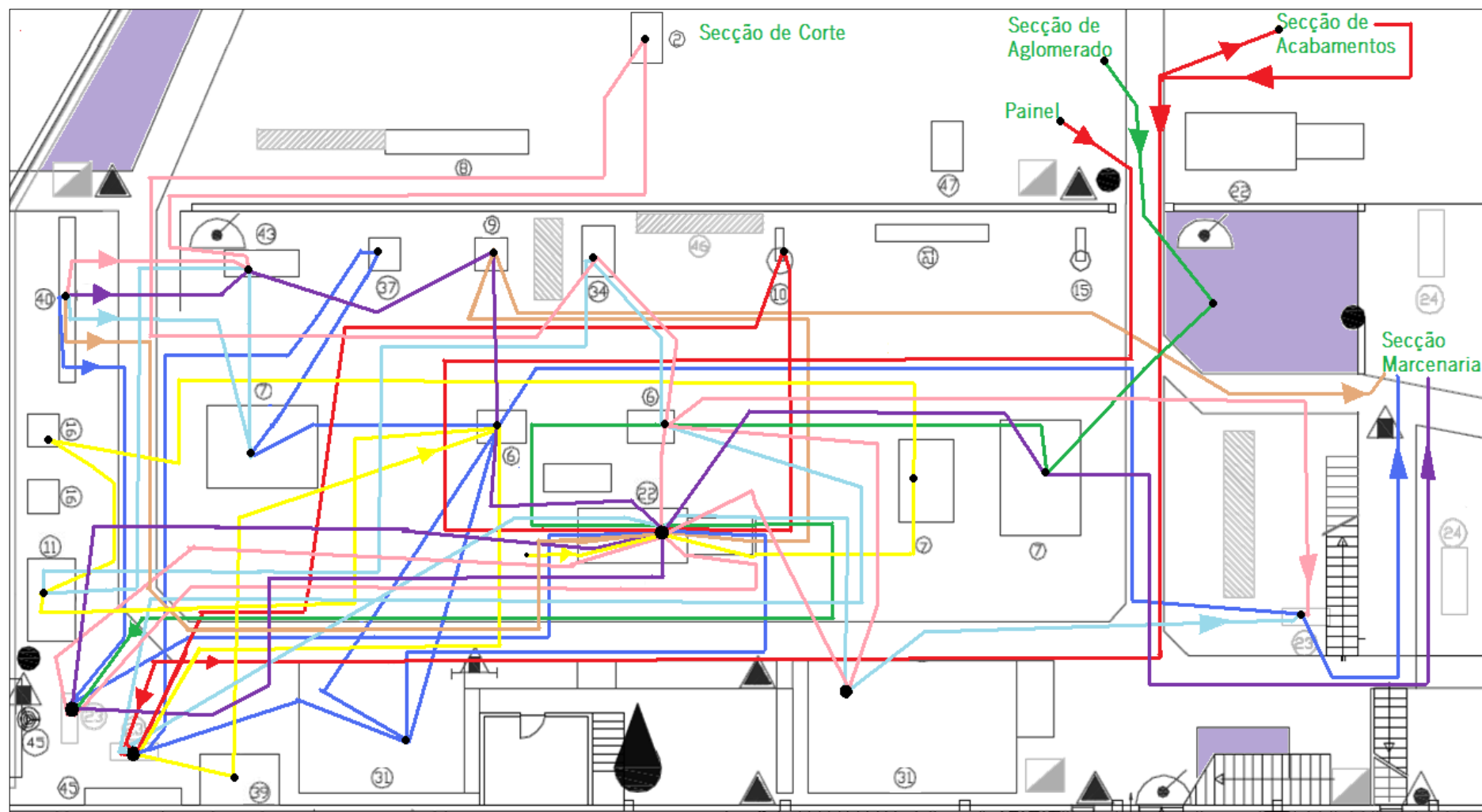











Figura 64 – Diagrama de Spaguetti para a secção de Maquinagem



**Legenda:****Sequência**

	Áreas de stock temporário	
	Almofadas	Painel – 22 – 10 – 23 – Acabamentos – 23
	Placa	Aglomerado – 7 – 6 – 22 – 23
	Gavetas	22 – 7 – 16 – 11 – 6 – 23 – 39 – 6
	Tampos	40 – 7 – 43 – 11 – 34 – 6 – 23 – 22 – 31 – 23
	Ilhargas	40 – 43 – 2 – 34 – 6 – 22 – 23 – 22 – 31 – 6 – 23
	Portas	40 – 23 – 22 – 31 – 6 – 7 – 37 – 23 – 31 – 6 – 23
	Costas	40 – 43 – 9 – 6 – 22 – 23 – 22 – 7 – Marcenaria
	Guias	40 – 22 – 9 – Marcenaria

**Tabela 32 – Equipamentos da secção de Maquinagem e respetiva função**

Nº da Máquina	Tipo de Equipamento	Função	Quantidade
6	Tupia	Faz molduras	1
7	Esquadrejadora	Corta em esquadria	3
9	Respigadeira	Espiga	1
10	Frezadora – Copiadora		1
11	Furador Múltiplo	Fura	1
15	Serra de Tico – Tico		1
16	Malhetadeira	Faz Malhetes	2
21	Lixadeira de Patim	Lixa	1
22	Lixadora Calibradora	Lixa	1
23	Bancada de Trabalhadores	Realiza-se operações manuais	3
31	CNC	Realiza operações de maquinagem que exijam um elevado nível de precisão	2
34	Respigadeira Múltipla	Faz Espiga	1
37	Furador Normal	Fura	1
39	Lixadora de Gavetas	Lixa Gavetas	1
40	Traçador Vertical	Corta à medida	1
43	Marcação	Marca os componentes para serem depois acertados	1
45	Prensa Hidráulica	Prensa os componentes	2



## ANEXO P – LAYOUT PROPOSTO PARA A SECÇÃO DE MAQUINAGEM



Figura 65 – Layout proposto para a secção de Maquinagem

## ANEXO Q – ANÁLISE DE ESPAÇO NA MARCENARIA

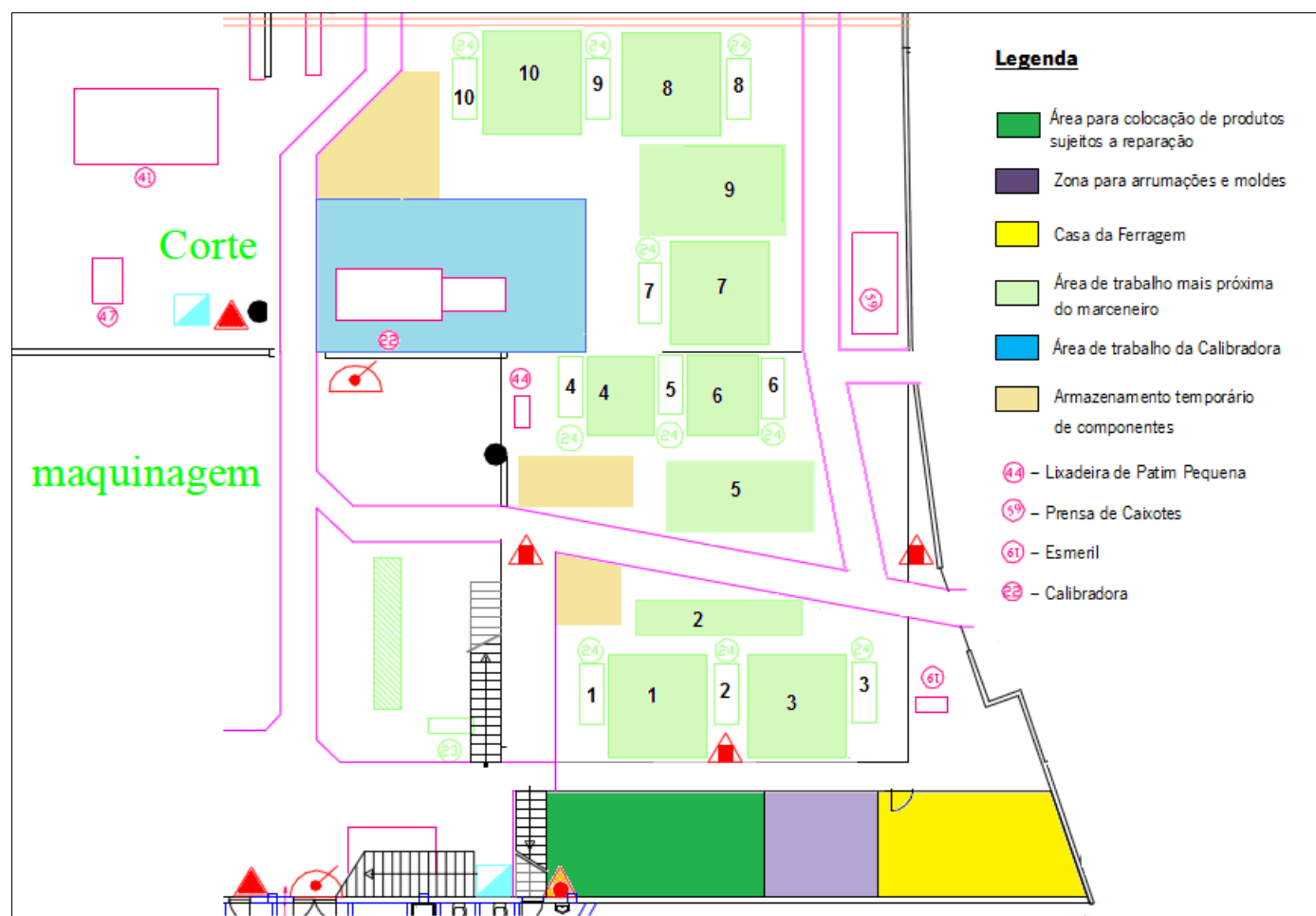


Figura 66 – Análise de espaço para a secção de Marcenaria

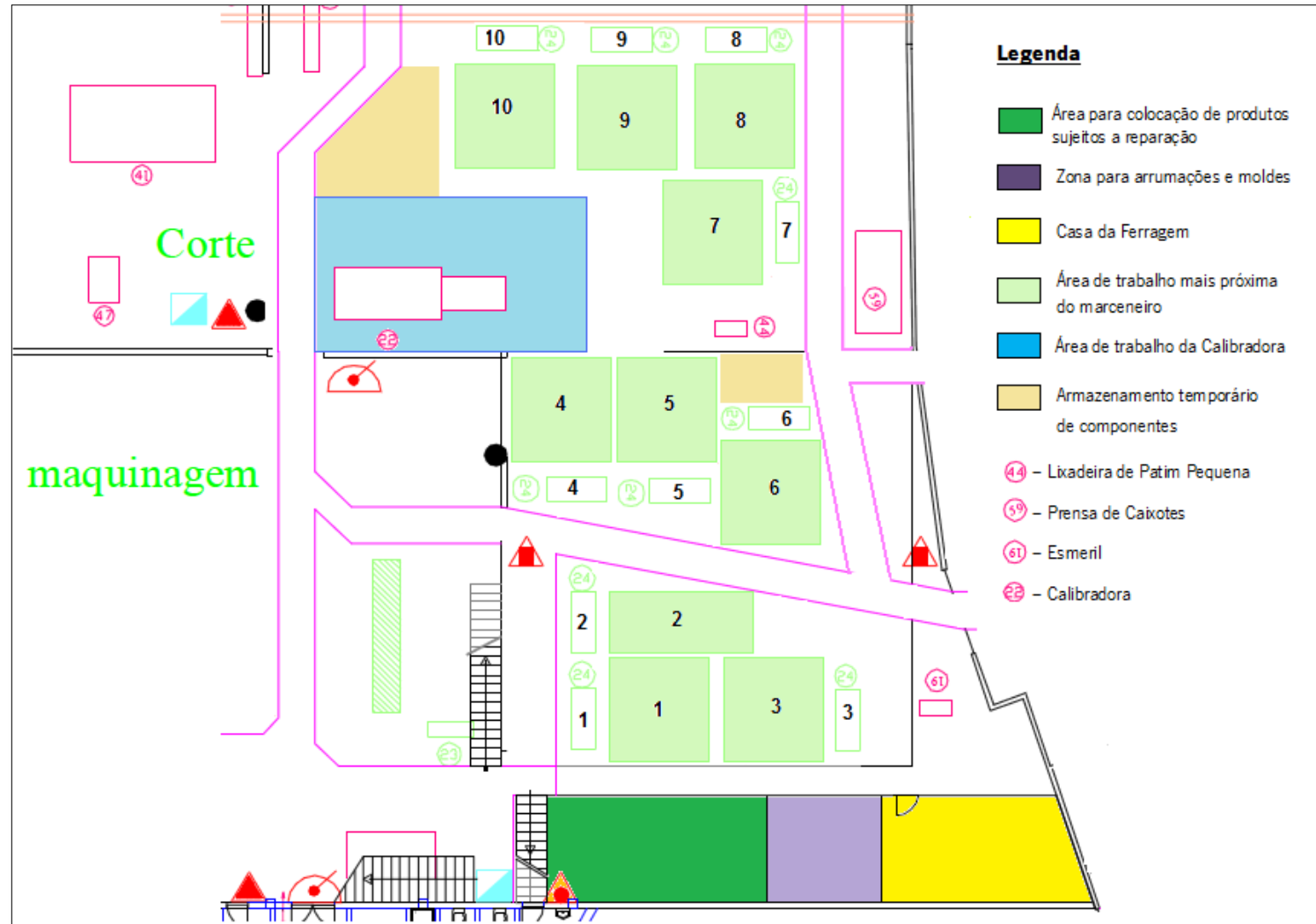






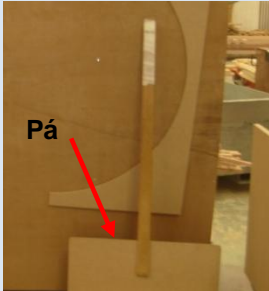

Figura 67 – Proposta de alteração de layout da secção de Marcenaria

# ANEXO R – PROCEDIMENTOS PARA AS MÁQUINAS CNC

Tabela 33 – Procedimento de limpeza proposto

Seq	Descrição Sumária das Etapas	Observações	Auxiliar Visual
1	Com o auxílio da pá, remover os resíduos que se encontram junto aos carrinhos com o material	Esta operação deverá ser realizada enquanto a máquina processa a última peça desse turno	
2	Colocação do cabo do comando manual no “pino” criado para esse efeito	Esta operação deverá ser realizada, sempre que possível, enquanto a máquina processa a última peça desse turno	
3	Remover a peça de cima da mesa e desligar a máquina		
4	Colocar os pedais em cima das mesas.		
5	Com o auxílio da pistola de ar, soprar a parte lateral da máquina	Considera-se parte lateral, o espaço junto ao armário das fresas e o espaço entre a mesa da CNC e o painel de controlo	



6	Com o auxílio da pistola de ar, soprar o chão por trás da máquina, assim como o seu interior e mesas	Esta operação deverá decorrer do painel de controlo para o local de aspiração, conforme indica a seta vermelha	
7	Deslocar-se para ir buscar a pá.	A pá encontra-se junto da esquadrejadora.	
8	Com o auxílio da pá, remover o lixo de cima do tapete e chão à frente da máquina	O lixo deverá ser colocado junto do captador da esquadrejadora	
9	Com o auxílio da pá colocar os resíduos dentro do contentor		
10	Com o auxílio da pistola de ar, soprar o restante pó que se encontra no tapete e no chão em frente à máquina		
11	Com o auxílio da pá, remover o restante pó na área envolvente da máquina	Deverão ser acumulados junto da esquadrejadora e posteriormente aspirados	

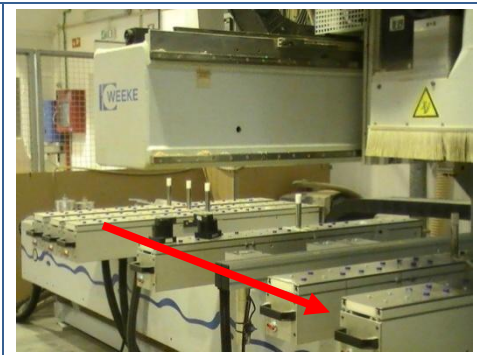

12	Deslocar manualmente o braço da CNC	<p>Esta operação consiste em empurrar o braço da CNC no sentido da seta vermelha, de forma a libertar o espaço junto ao local de aspiração</p>	
13	<p>Com o auxílio do tubo de aspiração, limpar a área junto ao captador de aspiração.</p> <p>Caso a quantidade de lixo seja elevada, este, deverá removido com o auxílio de uma vassoura para o captador de aspiração.</p>	<p>Considera-se a área junto ao captador, o chão, carris onde se movimenta o braço da CNC e tubos na parte lateral da máquina.</p> <p>A vassoura já deverá se encontrar junto ao local de aspiração.</p>	
14	Arrumar todo o material de limpeza nos respetivos locais.		



Tabela 34 – Procedimento para o chefe de secção de CNC

Seq.	Etapas	Observações																								
1	Antes do início de cada turno, o chefe de secção deverá verificar se o posto de trabalho reúne todas as condições necessárias para dar início ao processo.	Os pontos a verificar são: <ul style="list-style-type: none"><li>Se os programas são os corretos e não contêm algum tipo de erro;</li><li>Se o carrinho associado a cada móvel que será processado, possui todos os componentes necessários para a sua montagem e se estes estão bem arrumados;</li><li>Quais as fresas que vão ser utilizadas e se estas encontram-se disponíveis no armário;</li></ul>																								
2	Se os programas, material e fresas estiverem dentro dos parâmetros esperados, o chefe de secção deverá escrever “ok” ou marcar um visto no respetivo local da folha. Caso contrário deverá indicar o nome da peça ou qual o programa em falta.	Esta informação servirá para que o operário não tenha necessidade de perder tempo na: <ul style="list-style-type: none"><li>Procura das fresas,</li><li>Desmontagem do carrinho a fim de verificar se existe ou não a falta de algum componente,</li><li>Sucessivas deslocações até do chefe de secção, com o objetivo de esclarecer dúvidas.</li></ul> <div><div>Semana __ Standard</div><table><tr><th>lote</th><th>ne</th><th>Artigo</th><th>Q</th><th>Descrição</th><th>Data de início</th><th>Data de fim</th><th>Colaborador</th><th>Programa</th><th>Material</th><th>Fresas</th><th>Ventosas</th></tr><tr><td>1712</td><td>218</td><td>5211C</td><td>1</td><td>Aparador 2 portas</td><td></td><td></td><td></td><td>ok</td><td>ok</td><td>145 ✓</td><td>molde1</td></tr></table></div>	lote	ne	Artigo	Q	Descrição	Data de início	Data de fim	Colaborador	Programa	Material	Fresas	Ventosas	1712	218	5211C	1	Aparador 2 portas				ok	ok	145 ✓	molde1
lote	ne	Artigo	Q	Descrição	Data de início	Data de fim	Colaborador	Programa	Material	Fresas	Ventosas															
1712	218	5211C	1	Aparador 2 portas				ok	ok	145 ✓	molde1															
3	Caso se verifique que falta qualquer um dos pontos anteriormente referidos, cabe ao chefe de secção disponibilizar esses equipamentos antes de o operário dar início ao processamento da peça onde foi identificada a sua falta.																									

**Nota:** O chefe desta secção também deverá realizar este procedimento depois da pausa para o almoço. Cabe ao chefe de secção efetuar a gestão das ferramentas utilizadas nas diferentes máquinas CNC existentes na empresa.

Todas as segundas e quartas-feiras o chefe de secção deverá separar todo o material que é necessário serem afiadas.



**Tabela 35 – Procedimento de trabalho para os operadores das máquinas CNC**

Seq.	Etapas	Observações
1	Deslocação até ao carro das peças por processar para pegar na ficha de acompanhamento e escrever as medidas da peça	A fita deverá encontrar-se sempre no bolso da bata do colaborador. O operário pode aproveitar e trazer a peça para junto da CNC.
2	Disposição das ventosas e ajuste da mesa consoante a indicação da ficha de acompanhamento/programa	
3	Colocação da peça sobre a mesa e apertar o pedal.	
4	Deslocação até à consola para verificar se a CNC tem todas as fresas e brocas necessárias para processar a peça. Caso se verifique que falta alguma fresa no tambor, está deverá ser adicionada.	Nunca deverá ocorrer a situação de parar o processo por falta de fresas no tambor. Estas devem ser colocadas antes de dar início ao processamento da peça.
5	Colocar a máquina em funcionamento.	
6	Grosar a peça seguinte	No caso da peça seguinte necessitar de ser grosada, o operador deverá apenas grosar essa peça e nunca o lote completo. Esta operação deverá ser sempre realizada com a máquina em funcionamento
7	Sempre que a segunda mesa estiver livre, efetuar a sua preparação, ou seja, seguir os passos 1, 2, 3 e 4.	<p><b>Condições para a preparação da mesa 2 são:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A CNC deverá estar em funcionamento;</li> <li>• A peça a processar tenha dimensões que não necessitem de recorrer ao auxílio da mesa 1;</li> <li>• A peça a processar seja de dimensões diferentes daquela que se encontra na mesa 1;</li> </ul>
8	Verificar se a peça seguinte necessita de mudança de brocas/lâminas. Caso seja necessário possível, proceder à sua mudança.	Sempre que seja possível, a troca de brocas deverá ser realizada durante o funcionamento da CNC.
9	Limpeza da mesa e peça.	Utilizar a pistola de ar.
10	Retirar a peça e coloca-la no carro das peças processadas.	O operário deverá colocar as peças diretamente no carro vertical vazio. Não deverá nunca acumular as peças junto à parede e arruma-las apenas no final.
11	Se a peça seguinte já se encontrar na mesa 2, executar o procedimento a partir do passo 5. Caso contrário, deverá dar-se início ao ciclo (passo 1).	Este ponto apenas pode ocorrer se a mesa 2 já se encontrar devidamente preparada.



## ANEXO S – ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DA SECÇÃO DE CNC

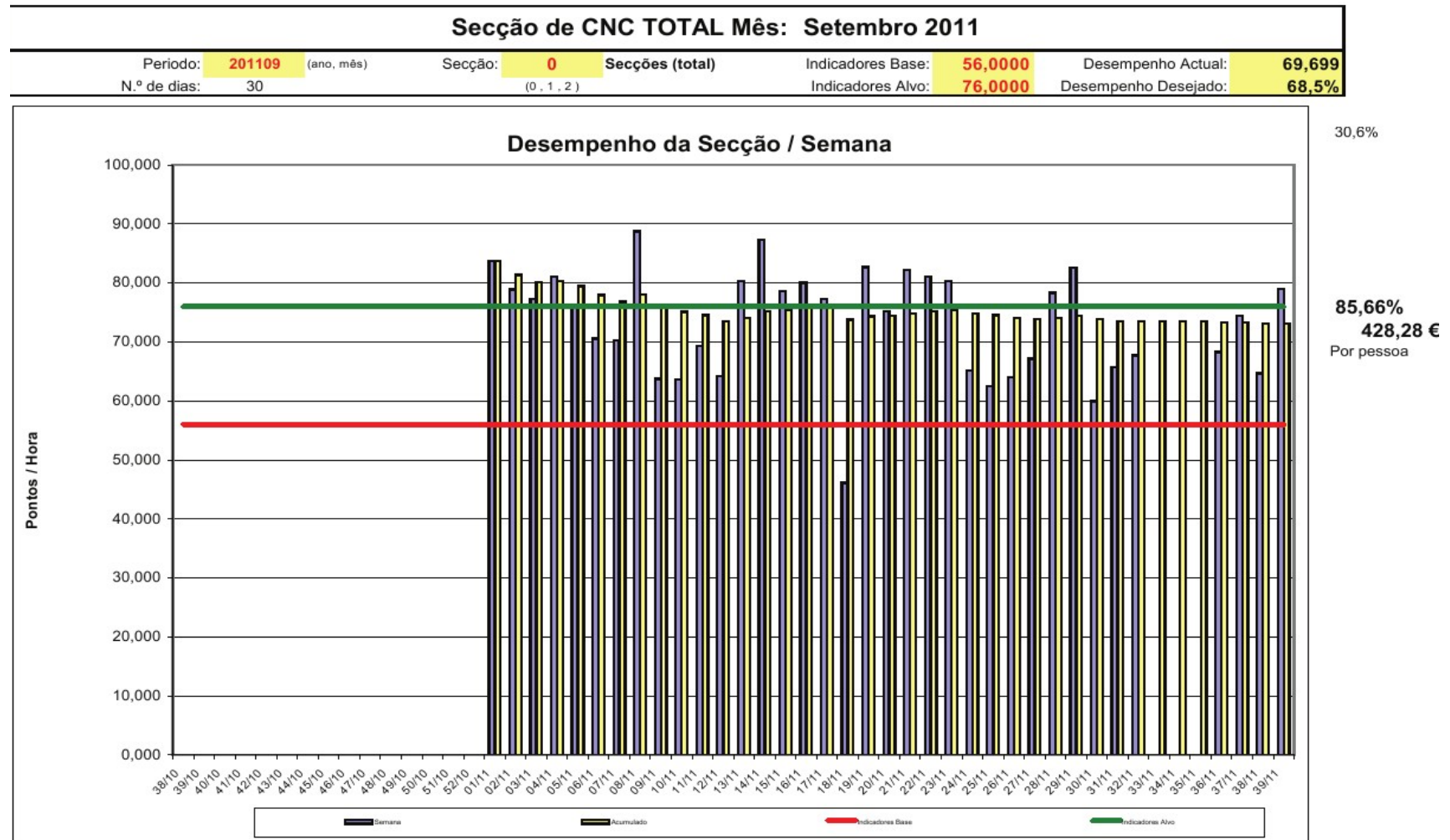

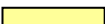




Figura 68 – Índice de produtividade da secção CNC

**Legenda:**

	Semana
	Acumulado
	Indicador Base
	Indicador Alvo

O indicador alvo é a produtividade que a empresa pretende que a secção atinga durante o ano. Se os valores médios no final do ano forem iguais ou superiores ao esperado, os colaboradores dessa secção atingem o prémio de produtividade máximo (500€).

Os indicadores base, referem-se à produtividade alcançada no último ano, servindo assim como o valor de produtividade mínimo que a secção deve de atingir.

A semana refere-se à produtividade média obtida durante uma determinada semana do ano, que juntamente com o acumulado da semana, vai então contribuir para o cálculo da produtividade de alcançada no ano.

Por fim, o valor percentual que aparece junto ao indicador base, mostra a produtividade média atual, ou seja, se o ano termina-se nessa semana qual seria o valor do prémio de produtividade a atribuído a cada operário.



## ANEXO T – WASTE IDENTIFICATION DIAGRAM

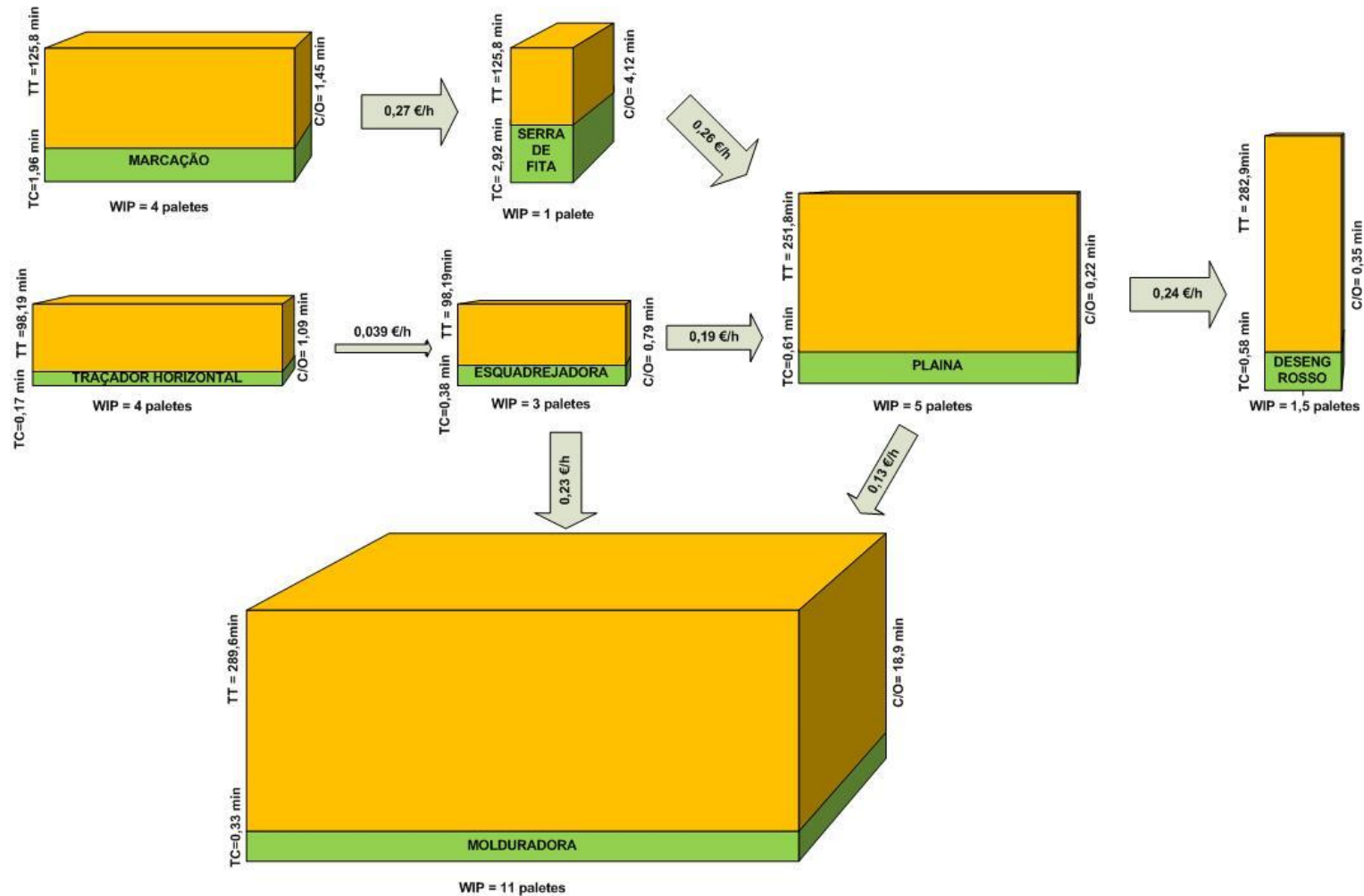


Figura 69 – Modelação do fluxo produtivo do soco da linha Versus